

5875/ITS/H/93 ✓

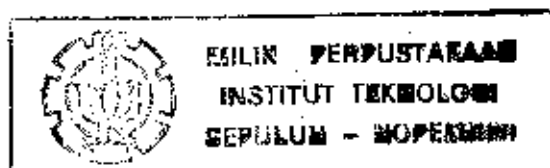
TUGAS AKHIR

STUDI PENGGUNAAN BATU KAPUR TUBAN SEBAGAI AGREGAT ASPAL BETON



RCT
625.85
Wah
S-1
1993

PERPUSTAKAAN ITS	
Tgl. Terima	16 NOV 1993
Terima Dari	H
No. Agenda No.	1547 /TA



ESILIN PERPUSTAKAAN
INSTITUT TEKNOLOGI
SEPULUH - NOPEMBER

Disusun oleh :

NURUL WAHJUNINGSIH

3873100565

BIDANG STUDI PERHUBUNGAN
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
1993

TUGAS AKHIR

STUDI PENGGUNAAN BATU KAPUR TUBAN SEBAGAI AGREGAT ASPAL BETON

Mengetahui / Menyetujui

Dosen Pembimbing

19/93
2



Ir. H. MOESDARJONO SOETOJO, M.Sc.

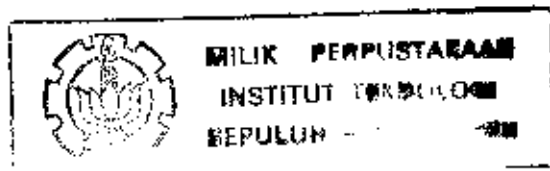
**BIDANG STUDI PERHUBUNGAN
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
1993**

ABSTRAK

Batu kapur yang merupakan salah satu jenis batuan sedimen banyak terdapat di sepanjang utara pulau Jawa yaitu di pegunungan Kapur Utara. Mengingat jumlahnya yang besar dan pemanfaatannya yang selama ini oleh penduduk setempat hanya digunakan sebagai bahan baku pembuatan piring dan bahan bangunan, menimbulkan pemikiran untuk memanfaatkan batuan ini lebih banyak lagi. Salah satunya adalah memanfaatkan sebagai bahan perkerasan jalan untuk menggantikan fungsi batu hitam sebagai agregat kasar, agregat halus maupun filler pada campuran aspal beton. Sifat-sifat agregat yang mendukung persyaratan campuran aspal beton dari batuan ini sebagian besar dipenuhi. Hal ini dapat dilihat dari hasil pemeriksaan agregat di laboratorium dan batu kapur Tuban diambil sebagai contoh penelitian.

Dengan menggunakan metode pemeriksaan Marshall campuran aspal beton dengan agregat batu kapur Tuban ini menghasilkan stabilitas, flow, rongga dalam campuran dan rongga terisi aspal yang memenuhi persyaratan sebagai campuran aspal beton. Persyaratan tersebut sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan oleh Direktorat Jenderal Bina Marga dalam "Buku Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (LASTON) No.13/PT/B/1983".

Penggunaan batu kapur Tuban harus diikuti dengan gradasi campuran yang tepat. Dalam penelitian ini diketahui bahwa gradasi campuran yang kasar kurang sesuai bagi batu kapur Tuban karena menghasilkan campuran aspal beton yang tidak memenuhi persyaratan. Karena dalam penelitian ini tidak dilakukan analisa ekonomi dan pengujian di lapangan, maka untuk mengetahui kelayakan secara keseluruhan dari batu kapur Tuban sebagai alternatif pengganti batu hitam perlu dilakukan lebih lanjut.



KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Kami panjatkan puji syukur Alhamdulillah ke hadirat Allah SWT karena atas segala limpahan rahmat, taufik dan hidayahNya kami dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **STUDI PENGGUNAAN BATU KAPUR TUBAN SEBAGAI AGREGAT ASPAL BETON.**

Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Dengan tersusunnya Tugas Akhir ini perkenankan kami mengucapkan terima kasih terutama kepada Bapak dan Ibu tercinta yang banyak memberikan bantuan baik moral maupun material dan tak lupa pula kepada :

1. Bapak Ir. H. Moesdarjono Soetojo MSc, selaku dosen pembimbing.
2. Bapak Ir. Indrasurya B. Mochtar MSc, Ph.D, atas saran-saran yang diberikan.
3. Bapak Dr. Ir. Herman Wahyudi, atas saran-saran yang diberikan.
4. Bapak Ir. Pinardi Koestalam MSc, selaku Ketua Laboratorium Perhubungan FTSP - ITS.
5. Bapak Ir. Ketut Wirawan, Road Engineering Division PT. Petrochemindo Purnama, atas bantuan bahan additive

Chemcrete yang telah diberikan.

6. Bapak Prayogi Irianto, Bapak Ubaidilah, Bapak Ngadi dan saudara Ir. S. Untung, selaku karyawan Laboratorium Perhubungan FTSP - ITS.
7. Adik-adikku Rhofik, Haris, Hanif serta sanak famili yang banyak memberikan bantuan moral dan tenaga.
8. Sahabat-sahabatku Dinar, Ir, Anyik, Wati, Tio, Bagyo, Agus, Lilik, Syaiful, Rizky dan lain-lain yang banyak memberikan bantuan moral dan tenaga.
9. Pihak-pihak lain yang tak dapat kami sebutkan satu per satu.

Tiada gading yang tak retak demikian pula kami yang mempunyai keterbatasan dalam penyusunan Tugas Akhir ini. Oleh karenanya dengan segala kerendahan hati kami mohon kritik maupun saran demi kelengkapan penulisan Tugas Akhir ini.

Akhirnya kami berharap semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi kami dan pihak-pihak yang membutuhkan.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Surabaya, Januari 1993

Penyusun

DAFTAR ISI

	<i>hal.</i>
KATA PENGANTAR	<i>i</i>
DAFTAR ISI	<i>iii</i>
DAFTAR TABEL	<i>vi</i>
DAFTAR GAMBAR	<i>ix</i>
 BAB I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang Penelitian	1
1.2. Tujuan Penelitian	2
1.3. Metodologi Penelitian	2
1.4. Ruang Lingkup Penelitian	5
 BAB II. TINJAUAN TEORI	
2.1. Teknologi Agregat	7
2.1.1. Asal Batuan	7
2.1.1.1. Batuan Sedimen	8
2.1.1.2. Batuan Beku	8
2.1.1.3. Batuan Metamorf	9
2.1.2. Sumber Agregat	9
2.1.2.1. Agregat Alam.....	10
2.1.2.2. Agregat Dengan Pengolahan ..	11
2.1.2.3. Agregat Buatan	12
2.1.3. Pemeriksaan Agregat	13
2.1.3.1. Ukuran & Gradasi	13
2.1.3.2. Kebersihan	16

2.1.3.3. Kekerasan	19
2.1.3.4. Tekstur Permukaan	22
2.1.3.5. Bentuk Partikel	23
2.1.3.6. Penyerapan	25
2.1.3.7. Kelekatan terhadap Aspal ...	30
2.2. Teknologi Aspal	32
2.2.1. Jenis Aspal	32
2.2.1.1. Aspal Alam	32
2.2.1.2. Aspal Minyak	33
2.2.2. Sifat Aspal	36
2.2.3. Pemeriksaan Aspal	37
2.2.3.1. Penetrasi	38
2.2.3.2. Titik Lembek	38
2.2.3.3. Titik Nyala	39
2.2.3.4. Kehilangan Berat Aspal	40
2.2.3.5. Kelarutan dalam CCl_4 atau CS_2 (Solubility Test)	41
2.2.3.6. Daktilitas	41
2.2.3.7. Berat Jenis	42
2.3. Aspal Beton	43
2.3.1. Bahan Campuran	45
2.3.1.1. Agregat Kasar	46
2.3.1.2. Agregat Halus	48
2.3.1.3. Filler	49
2.3.1.4. Aspal	50
2.3.2. Perencanaan Campuran	51

2.3.2.1. Perencanaan dengan	
Metode Marshall	52
2.3.3. Sifat-Sifat Campuran	58
2.3.3.1. Stabilitas	58
2.3.3.2. Durability (Keawetan)	60
2.3.3.3. Fleksibilitas	61
2.3.3.4. Ketahanan Lelah.....	62
2.3.3.5. Skid Resistance	62
2.3.3.6. Kedap Air	63
2.3.3.7. Workabilitas	63
2.3.4. Pemakaian Bahan Additive Chemcrete ..	63
BAB III. KEGIATAN DI LABORATORIUM	
3.1. Persiapan Bahan	65
3.2. Urutan Kegiatan di Laboratorium	65
3.2.1. Pemeriksaan Bahan	66
3.2.2. Perancangan Komposisi Campuran	66
3.2.3. Pembuatan Benda Uji	70
3.2.4. Pemeriksaan Campuran Dengan	
Test Marshall	72
BAB IV. RINGKASAN HASIL PEMERIKSAAN DI LABORATORIUM	
4.1. Hasil Pemeriksaan Agregat	77
4.2. Hasil Pemeriksaan Aspal	80
4.3. Hasil Pemeriksaan Campuran Dengan	
Test Marshall	81
BAB V. ANALISA HASIL PEMERIKSAAN DI LABORATORIUM	
5.1. Analisa Hasil Pemeriksaan Agregat	84

5.2. Analisa Hasil Pemeriksaan Aspal	87
5.3. Analisa Hasil Pemeriksaan Campuran dengan Metode Marshall	88
5.3.1. Kepadatan (Density)	88
5.3.2. Rongga Dalam Campuran (Air Void)	89
5.3.3. Rongga Terisi Aspal	98
5.3.4. Stabilitas	103
5.3.5. Flow	108
5.3.6. Marshall Quotient	113
5.3.7. Kadar Aspal Optimum Campuran	118
5.3.8. Pengaruh Additive Chemcrete Terhadap Campuran No. I	118

BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan	130
6.2. Saran	131

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Gradasi Agregat	47
Tabel 2.2. Persyaratan Agregat Kasar	48
Tabel 2.3. Persyaratan Agregat Halus	49
Tabel 2.4. Persyaratan Agregat Filler	48
Tabel 2.5. Persyaratan Aspal Keras Pen 60/70	49
Tabel 2.6. Persyaratan Campuran Aspal Beton	52
Tabel 3.1. Komposisi Campuran (No. Campuran I)	73
Tabel 3.2. Komposisi Campuran (No. Campuran III)	74
Tabel 3.3. Komposisi Campuran (No. Campuran IX)	75
Tabel 3.4. Komposisi Campuran (No. Camp. I + Chemcrete) ..	76
Tabel 4.1. Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar	78
Tabel 4.2. Hasil Pemeriksaan Agregat Halus	79
Tabel 4.3. Hasil Pemeriksaan Agregat Filler	79
Tabel 4.4. Hasil Pemeriksaan Aspal Keras Pen 60/70	80
Tabel 4.5. Hasil Pemeriksaan Campuran No. I	82
Tabel 4.6. Hasil Pemeriksaan Campuran No. III	82
Tabel 4.7. Hasil Pemeriksaan Campuran No. IX	83
Tabel 4.8. Hasil Pemeriksaan Campuran No. I + Chemcrete) .	83
Tabel 5.1. Analisa Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar	86
Tabel 5.2. Analisa Hasil Pemeriksaan Agregat Halus	86
Tabel 5.3. Analisa Hasil Pemeriksaan Filler	87
Tabel 5.4. Analisa Hasil Pemeriksaan Aspal Keras	88
Tabel 5.5. Analisa Density	89
Tabel 5.6. Analisa Rongga Dalam Campuran	98

Tabel 5.7. Analisa Rongga Terisi Aspal	103
Tabel 5.8. Analisa Stabilitas	108
Tabel 5.9. Analisa F l o w	113

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Metodologi Penelitian	6
Gambar 2.1. Hubungan Antara Kepadatan Dg Rongga Udara	57
Gambar 3.1. Spesifikasi Campuran No. I	67
Gambar 3.2. Spesifikasi Campuran No. III	68
Gambar 3.3. Spesifikasi Campuran No. IX	69
Gambar 5.1. Grafik Hasil Pemeriksaan Campuran No. I (Kadar Aspal vs Density)	90
Gambar 5.2. Grafik Hasil Pemeriksaan Campuran No. III (Kadar Aspal vs Density)	91
Gambar 5.3. Grafik Hasil Pemeriksaan Campuran No. IX (Kadar Aspal vs Density)	92
Gambar 5.4. Grafik Hasil Pemeriksaan Campuran No. I + Chemcrete (Kadar Aspal vs Density)	93
Gambar 5.5. Grafik Hasil Pemeriksaan Campuran No. I (Kadar Aspal vs Rongga Dalam Campuran)	94
Gambar 5.6. Grafik Hasil Pemeriksaan Campuran No. III (Kadar Aspal vs Rongga Dalam Campuran)	95
Gambar 5.7. Grafik Hasil Pemeriksaan Campuran No. IX (Kadar Aspal vs Rongga Dalam Campuran)	96
Gambar 5.8. Grafik Hasil Pemeriksaan Campuran No. I + Chemcrete (Kadar Aspal vs Rongga Dalam Campuran)	97
Gambar 5.9. Grafik Hasil Pemeriksaan Campuran No. I (Kadar Aspal vs Rongga Terisi Aspal)	99

Gambar 5.10. Grafik Hasil Pemeriksaan Campuran No. III (Kadar Aspal vs Rongga Terisi Aspal)	100
Gambar 5.11. Grafik Hasil Pemeriksaan Campuran No. IX (Kadar Aspal vs Rongga Terisi Aspal)	101
Gambar 5.12. Grafik Hasil Pemeriksaan Campuran No. I + Chemcrete (Kadar Aspal vs Rongga Terisi Aspal)	102
Gambar 5.13. Grafik Hasil Pemeriksaan Campuran No. I (Kadar Aspal vs Stabilitas)	104
Gambar 5.14. Grafik Hasil Pemeriksaan Campuran No. III (Kadar Aspal vs Stabilitas)	105
Gambar 5.15. Grafik Hasil Pemeriksaan Campuran No. IX (Kadar Aspal vs Stabilitas)	106
Gambar 5.16. Grafik Hasil Pemeriksaan Campuran No. I + Chemcrete (Kadar Aspal vs Stabilitas)	107
Gambar 5.17. Grafik Hasil Pemeriksaan Campuran No. I (Kadar Aspal vs Flow)	109
Gambar 5.18. Grafik Hasil Pemeriksaan Campuran No. III (Kadar Aspal vs Flow)	110
Gambar 5.19. Grafik Hasil Pemeriksaan Campuran No. IX (Kadar Aspal vs Flow)	111
Gambar 5.20. Grafik Hasil Pemeriksaan Campuran No. I + Chemcrete (Kadar Aspal vs Flow)	112
Gambar 5.21. Grafik Hasil Pemeriksaan Campuran No. I (Kadar Aspal vs Marshall Quotient)	114
Gambar 5.22. Grafik Hasil Pemeriksaan Campuran No. III	

	(Kadar Aspal vs Marshall Quotient)	115
Gambar 5.23.	Grafik Hasil Pemeriksaan Campuran No. IX (Kadar Aspal vs Marshall Quotient)	116
Gambar 5.24.	Grafik Hasil Pemeriksaan Campuran No. I + Chemcrete (Kadar Aspal vs Marshall Quotient)	117
Gambar 5.25.	Grafik Hasil Pemeriksaan Campuran No. I (Kadar Aspal Optimum Campuran)	119
Gambar 5.26.	Grafik Hasil Pemeriksaan Campuran No. III (Kadar Aspal Optimum Campuran)	120
Gambar 5.27.	Grafik Hasil Pemeriksaan Campuran No. IX (Kadar Aspal Optimum Campuran)	121
Gambar 5.28.	Grafik Hasil Pemeriksaan Campuran No. I + Chemcrete (Kadar Aspal Optimum Campuran)	122
Gambar 5.29.	Perbandingan Hasil Pemeriksaan Marshall Campuran No. I dan Campuran No. I + Additive (Kadar Aspal vs Density)	124
Gambar 5.30.	Perbandingan Hasil Pemeriksaan Marshall Campuran No. I dan Campuran No. I + Additive (Kadar Aspal vs Rongga Dlm Camp)	125
Gambar 5.31.	Perbandingan Hasil Pemeriksaan Marshall Campuran No. I dan Campuran No. I + Additive (Kadar Aspal vs Rongga Terisi Aspal)	126
Gambar 5.32.	Perbandingan Hasil Pemeriksaan Marshall Campuran No. I dan Campuran No. I + Additive (Kadar Aspal vs Stabilitas)	127

Gambar 5.33. Perbandingan Hasil Pemeriksaan Marshall

Campuran No. I dan Campuran No. I + Additive

(Kadar Aspal vs Flow) 128

Gambar 5.34. Perbandingan Hasil Pemeriksaan Marshall

Campuran No. I dan Campuran No. I + Additive

(Kadar Aspal vs Marshall Quotient) 129

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG PENELITIAN

Batu kapur dari pegunungan kapur di daerah Tuban yang merupakan bagian dari pegunungan Kapur Utara adalah termasuk jenis batuan sedimen (*sedimentary rock*). Sedangkan batu hitam adalah termasuk jenis batuan beku (*igneous rock*) yang pada umumnya dipergunakan sebagai agregat perkerasan.

Batu kapur Tuban selama ini oleh penduduk setempat digunakan sebagai bahan baku untuk pembuatan piring, bahan bangunan dan juga bahan jalan terutama pada jalan-jalan desa. Mengingat jumlahnya yang cukup besar, timbul pemikiran untuk memanfaatkan batu kapur ini lebih banyak lagi.

Salah satu pemanfaatan yang lain dari batuan ini adalah digunakannya sebagai agregat pada bahan perkerasan jalan (Aspal Beton, HRS dsb). Selain karena jumlahnya yang cukup besar pemanfaatan batuan ini adalah sebagai alternatif dari penggunaan batu hitam yang selama ini digunakan sebagai agregat pada bahan perkerasan jalan (perkerasan aspal).

1.2. TUJUAN PENELITIAN

Karena batu kapur Tuban ini juga memiliki sifat batuan yang berhubungan dengan persyaratan batuan sebagai agregat perkerasan jalan, maka batuan ini dapat dimanfaatkan sebagai agregat aspal beton. Pada penelitian sebelumnya batuan jenis ini memenuhi persyaratan sebagai agregat bahan perkerasan jalan (Harry dan Tony, 1987). Namun demikian perlu dilakukan penelitian tersendiri terhadap batuan yang berasal dari Tuban ini dalam penggunaannya sebagai agregat campuran aspal beton.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui sifat-sifat mekanik aspal beton apabila digunakan agregat dari batu kapur Tuban dalam campurannya. Dalam Tugas Akhir ini dilakukan berbagai variasi dalam penggunaan komposisi agregatnya.

1.3. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian penggunaan batu kapur Tuban sebagai agregat aspal beton dilakukan dengan mengumpulkan data-data dari :

- percobaan di laboratorium
- dan studi literatur.

Pengetesan mutu bahan di laboratorium dilakukan berdasarkan Manual Pemeriksaan Bahan Jalan (MPBJ) yang

diterbitkan oleh Ditjen Bina Marga nomer 01/MN/BM/1976 dengan rujukan dari AASHTO, ASTM dan BS (BRITISH STANDARD).

Adapun pemeriksaan yang dilakukan terhadap batuan yang berhubungan dengan persyaratan agregat perkerasan jalan adalah sebagai berikut :

- ukuran dan gradasi agregat
- kebersihan
- kekerasan agregat
- bentuk partikel agregat
- tekstur permukaan
- berat jenis dan absorpsi agregat
- kelekatan terhadap aspal

Sedangkan pemeriksaan yang dilakukan terhadap aspal meliputi :

- penetrasi
- titik lembek
- titik nyala
- kehilangan berat
- kelarutan zat CS₂ atau CCl₄
- daktilitas
- berat jenis.

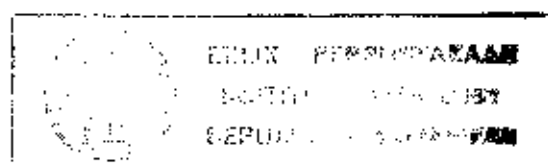
Selanjutnya pembuatan dan pemeriksaan benda uji aspal beton dilakukan sesuai dengan metode Marshall untuk

mendapatkan nilai-nilai sebagai berikut :

- density
- persen rongga dalam campuran
- persen rongga terisi aspal
- stabilitas
- flow
- Marshall Quotient

Pembuatan benda uji dilakukan setelah menentukan variasi komposisi agregat berdasarkan spesifikasi campuran aspal beton yang sesuai dengan buku "Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (LASTON)" No.13/PT/B/1983 yang diterbitkan Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga. Variasi komposisi agregat yang dibuat adalah komposisi agregat berdasarkan gradasi agregat nomor campuran I (gradasi kasar), nomor campuran III (gradasi rapat) dan nomor campuran IX (gradasi rapat).

Benda uji tersebut dites dengan parameter kadar aspal yang bervariasi antara 4,5% - 7%, yaitu : 4,5%, 5%, 5,5%, 6% dan 6,5% atau 5%, 5,5%, 6%, 6,5% dan 7%. Untuk masing-masing kadar aspal dibuat dua buah benda uji. Dari hasil tes Marshall kemudian ditentukan campuran-campuran yang paling memenuhi semua persyaratan. Campuran tersebut



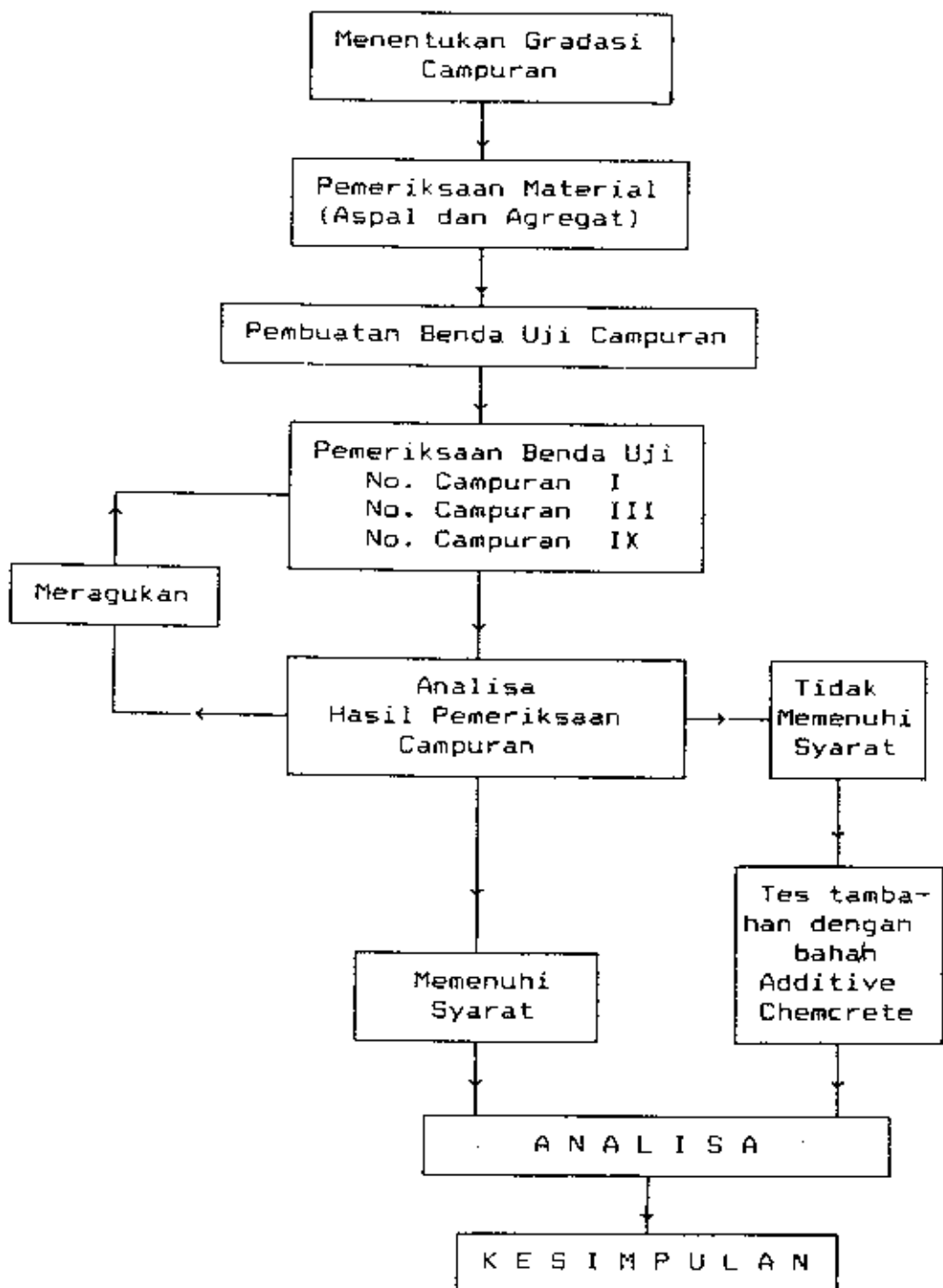
(dengan kadar aspal yang telah ditentukan) ditetapkan sebagai disain campuran (*mix design*).

Studi literatur dipelajari dari buku-buku yang diterbitkan dari dalam maupun luar negeri dan penelaahan hasil-hasil percobaan yang telah dilakukan sebelumnya. Untuk lebih jelasnya metodologi penelitian Tugas Akhir ini dapat dilihat pada Gambar 1.1.

1.4. RUANG LINGKUP PENELITIAN

Sesuai dengan tujuan penelitian ini, maka pengamatan yang dilakukan adalah pengamatan di laboratorium saja. Pembatasan studi ini dilakukan pada masalah Aspal Betonnya, khususnya agregat untuk campuran Aspal Beton tersebut yaitu batu kapur Tuban.

Hasil studi ini tidak diuji di lapangan mengingat keterbatasan waktu, biaya dan kemampuan serta tidak dilakukan analisa ekonomi.



Gambar 1.1. Metodologi Penelitian

BAB II

TINJAUAN TEORI

2.1. TEKNOLOGI AGREGAT

Agregat (batuan) adalah batu pecah, kerikil, pasir atau komposisi mineral lainnya, baik hasil alam maupun hasil pengolahan (pemecahan), yang digunakan sebagai bahan penyusun utama perkerasan jalan. Jumlah agregat dalam suatu campuran aspal beton untuk perkerasan jalan adalah sekitar 90 - 95% dari berat total campuran dan 75 - 85% dari volume total campuran (Asphalt Institut, "Asphalt Technology & Construction, 1983).

Agregat mempunyai peranan penting dalam menahan kapasitas beban dari perkerasan. Pembuatan perkerasan aspal juga sangat tergantung dari agregat. Agregat bermutu tinggi dibutuhkan untuk mendapatkan lapisan atas dari perkerasan aspal yang kuat dimana beban roda yang membebani lapisan tersebut besar. Mutu agregat yang lebih rendah sering digunakan pada lapisan dibawahnya karena kekuatan yang dibutuhkan tidak sebesar lapisan atasnya.

2.1.1. ASAL BATUAN

Semua batuan umumnya dibagi dalam tiga golongan

yaitu : batuan sedimen, batuan beku dan batuan metamorf. Penggolongan ini menunjukkan bagaimana batuan tersebut dibentuk.

2.1.1.1. BATUAN SEDIMEN

Batuan sedimen terbentuk oleh hasil pelapukan dan pengendapan batuan bebas di permukaan bumi. Batuan sedimen dapat terdiri dari batuan atau partikel dengan berbagai bentuk (*conglomerate, sandstone, shale*); sisa-sisa atau hasil dari hewan dan tanaman (*limestone, coal*); hasil dari proses kimia atau evaporasi (garam, gips); atau campuran dari material-material di atas.

Beberapa batuan sedimen ada yang berasal dari ledakan gunung berapi dan tersimpan dalam tanah atau air. Bentuk karakteristik batuan sedimen ini berlapis-lapis. Dan bentuk lapisannya mengikuti bentuk kejadiannya.

2.1.1.2. BATUAN BEKU

Batuan beku terbentuk dari hasil pendinginan dan kristalisasi dari magma atau lava. Dibagi dalam dua macam yaitu batuan beku luar (*extrusive rocks*) dan batuan beku dalam (*intrusive rocks*).

Batuan beku luar terjadi pada permukaan bumi, seperti halnya batuan hasil kegiatan vulkanik, dan

dikenali secara umum dengan strukturnya yang seperti kaca (*rhhyolite*, *andesite*, *basalt*, dan lain-lain).

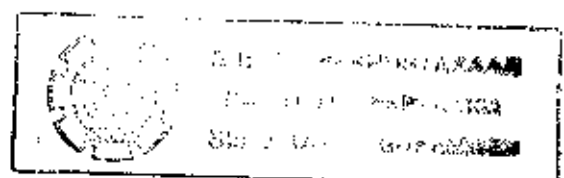
Batuan beku dalam terjadi jauh dalam kulit bumi. Proses pendinginan yang lambat sekali menyebabkan tekstur batuan ini seperti kristal (*granite*, *diorite*, *gabbro*, dan lain-lain).

2.1.1.3. BATUAN METAMORF

Batuan metamorf umumnya terbentuk oleh modifikasi antara batuan sedimen dan batuan beku yang dipengaruhi oleh suhu yang tinggi dan tekanan yang besar akibat gerakan kulit bumi. Salah satu cara untuk mengenali bentuk batuan metamorf adalah dengan melihat susunan mineral batuan yang disebut foliasi. Pada daerah ini batuan mudah terbelah daripada dari arah lain. Contoh dari batuan yang berfoliasi ini adalah *gneisses* dan *schists* (ubahan dari batuan beku), dan *slate* (ubahan dari *shale*). Marmer (ubahan dari *limestone*) dan *quartzite* (ubahan dari *sandstone*) adalah type umum batuan metamorf yang mempunyai tekstur masif, biasanya tidak berfoliasi.

2.1.2. SUMBER AGREGAT

Umumnya agregat untuk perkerasan aspal dikelompokkan menurut sumbernya yaitu : agregat alam,



agregat dengan pengolahan dan agregat buatan.

2.1.2.1. AGREGAT ALAM

Agregat alam dapat dibedakan lagi menurut tempat pengambilannya yaitu : bahan '*pit-run*' dan bahan '*bank-run*'.

Bahan '*pit-run*', apabila kerikil dan pasir diambil dari quarry dengan penggalian terbuka dan dipakai langsung tanpa pengolahan. Bahan '*bank-run*', apabila kerikil dan pasir diambil dari sungai/ tepi sungai.

Kerikil adalah agregat dengan ukuran partikel 75 mm (3 in.) sampai 4,75 mm (No.4). Pasir adalah agregat dengan ukuran partikel 4,75 mm (No.4) sampai 75 μ m (No.200) dan yang lebih kecil dari No.200 termasuk fraksi silt.

Batuan-batuan tersebut tererosi dan terdegradasi oleh beberapa proses alam, termasuk proses fisika dan kimia. Hasil dari proses degradasi biasanya dibawa oleh angin, air atau gerakan es. Pemindahan ini mempengaruhi bentuk dari partikel agregat. Aliran air sungai membentuk partikel-partikel bulat-bulat dengan permukaan yang licin. Degradasi agregat di bukit-bukit membentuk partikel-partikel yang bersudut dengan permukaan yang kasar.

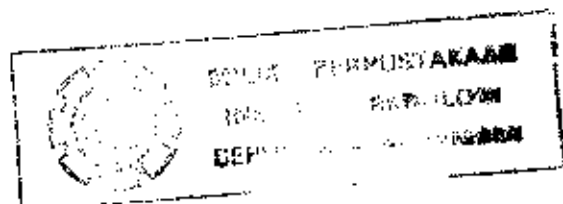
Kerikil dan pasir biasanya disaring pada ukuran masing-masing dan dicuci untuk menghilangkan kotoran sebelum digunakan untuk perkerasan aspal.

2.1.2.2. AGREGAT DENGAN PENGOLAHAN

Kerikil atau batuan alam yang disaring dan dipecah adalah termasuk agregat dengan pengolahan. Kerikil alam kadang-kadang dipecah agar lebih sesuai untuk campuran perkerasan aspal. Tujuan pemecahan adalah untuk :

- merubah tekstur permukaan batuan
- merubah bentuk dari bulat ke anguler
- memperbaiki gradasi.

Batu pecah dihasilkan dari pemecahan batu yang besar, dengan seluruh partikel agregat mengalami pecahan. Pada pabrik pemecah batu, batuan asal dalam quarry dihancurkan dengan ledakan dan selanjutnya diperkecil dalam ukuran tertentu oleh pemecah batu. Kemudian hasil pecahan itu disaring untuk mendapatkan ukuran agregat yang diinginkan. Kadang-kadang, untuk alasan ekonomi, hasil pecahan tersebut digunakan langsung dari alat pemecah dengan sedikit atau tanpa disaring. Hal ini dikenal sebagai agregat "crusher-run" dan dalam beberapa permintaan dapat digunakan secara memuaskan dalam pelaksanaan



perkerasan aspal, khususnya jika gradasi dari ukuran partikel termasuk baik.

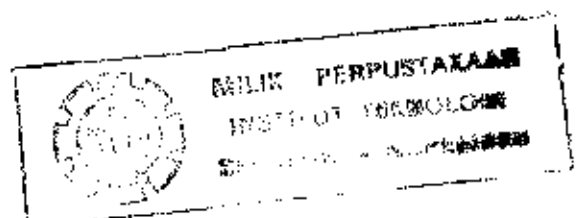
Dalam pemrosesan *limestone* (batu kapur) pecah, debu batu yang dihasilkannya biasanya dipisahkan dari material pecahan lainnya yang berdiameter 6 mm ($1/4$ in.) atau lebih. Material ini juga digunakan sebagai agregat pasir dengan pemecahan atau pengolahan selanjutnya sampai dengan ukuran maksimum berdiameter 0,6 mm (0,025 in.) untuk digunakan sebagai mineral filler pada campuran perkerasan aspal.

2.1.2.3. AGREGAT BUATAN

Agregat yang dihasilkan dari memodifikasi suatu material, yang mengalami perubahan fisika maupun kimia, disebut agregat buatan. Agregat ini diperoleh dari hasil sampingan dalam pengolahan biji besi atau yang khusus diproduksi atau diproses dari bahan mentah untuk dipergunakan sebagai agregat.

Bara dari dapur api umumnya dipakai sebagai agregat buatan ini. Bahan ini adalah hasil sampingan dari peleburan besi dalam dapur api yang bersifat non metalik dan mengapung dalam cairan besi.

Agregat buatan pabrik relatif masih baru dalam perkerasan aspal. Agregat tersebut ringan dan mempunyai perlawanan terhadap pemakaian yang



memerlukan ketahanan terhadap gaya pengereman (*skid resistance*) lebih tinggi. Agregat ini dibuat melalui proses pembakaran dan biasanya terbuat dari lempung, batu tulis, gas-gas vulkanik dan lain-lain. Agregat tersebut diproduksi dan dipasarkan dengan berbagai nama.

2.1.3. PEMERIKSAAN AGREGAT

Pemilihan agregat untuk perkerasan aspal tergantung pada kegunaan, biaya dan mutu material. Sesuai tidaknya suatu agregat untuk digunakan pada perkerasan aspal dilihat dari syarat-syarat sebagai berikut :

- ukuran dan gradasi
- kebersihan
- kekerasan
- bentuk partikel
- tekstur permukaan
- penyerapan
- kelekatan terhadap aspal.

2.1.3.1. UKURAN DAN GRADASI

Agregat dapat dibedakan atas beberapa gradasi, misalnya : gradasi rapat (*dense-graded*), gradasi

terbuka (*open-graded*), satu ukuran (*one-sized*), gradasi kasar (*coarse-graded*), gradasi halus (*fine-graded*), gradasi timpang (*gap-graded*).

Untuk memperoleh gradasi agregat dilakukan analisa saringan yang terdiri dari dua macam yaitu analisa kering dan analisa basah. Analisa basah umumnya digunakan apabila agregat yang akan disaring mengandung butir-butir halus sehingga fraksi butir-butir halus dapat terdeteksi dengan baik. Apabila agregat kasar tersebut "bersih", tidak atau sedikit sekali mengandung butir halus dapat digunakan analisa kering.

Gradasi agregat adalah distribusi ukuran partikel yang ditunjukkan dengan persen dari berat total. Gradasi ditentukan dengan lolosnya material melalui serangkaian ayakan/saringan dengan yang paling kasar diletakkan di atas dan yang paling halus diletakkan paling bawah.

Spesifikasi gradasi agregat telah dikembangkan karena dibutuhkan untuk :

- mengontrol bahan-bahan perkerasan dan berusaha untuk mendapatkan perkerasan yang diinginkan serta berkualitas.
- mencapai pemakaian yang optimum dari

material lokal yang tersedia.

- mengurangi biaya melalui standarisasi ukuran.

Pemeriksaan ukuran dan gradasi di laboratorium dilakukan dengan Analisa Saringan (MPBJ PB-0201-76), dengan prosedur sebagai berikut :

- Disiapkan benda uji agregat sebanyak 5 kg.
- Benda uji dikeringkan dalam oven pada suhu tetap 110°C sampai berat tetap.
- Setelah dingin kemudian disaring dengan analisa saringan yang ukurannya ditentukan berdasarkan spesifikasi yang ditetapkan.
- Saringan digoncang-goncangkan, kemudian butiran yang tertahan dalam masing-masing saringan ditimbang dan akhirnya dihitung prosen berat terhadap berat benda uji.

Untuk memeriksa type gradasi agregat yang digunakan dalam Tugas ini digunakan perumusan yang diberikan oleh *Unified Classification System* dengan mencari nilai koefisien keseragaman (*Uniformity Coefficient, Cu*) dan koefisien gradasi (*Coefficient of Gradation, Cc*) dari diagram pembagian butir bahan

mineral. Koefisien keseragaman dihitung berdasarkan rumus berikut :

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} \quad \text{dimana,}$$

C_u = koefisien keseragaman

D_{60} = diameter butiran dimana 60% dari total butiran lolos

D_{10} = diameter butiran dimana 10% dari total butiran lolos

Koefisien gradasi dihitung berdasarkan perumusan berikut :

$$C_c = \frac{D_{30}^2}{D_{60} \times D_{10}} \quad \text{dimana,}$$

C_c = koefisien gradasi

D_{30} = diameter butiran dimana 30% dari total butiran lolos

Agregat dikatakan bergradasi baik (*well graded*) apabila memiliki koefisien keseragaman lebih besar dari 4 dan koefisien gradasi antara 1 sampai 3.

2.1.3.2. KEBERSIHAN

Beberapa agregat ada yang mengandung bahan-bahan yang merugikan sehingga tidak sesuai digunakan sebagai agregat dalam perkerasan aspal kecuali bila bahan-bahan tersebut dihilangkan. Kotoran pada agregat tersebut diizinkan ada pada batas tertentu.

dengan prosedur sebagai berikut :

- Contoh pasir yang lolos ayakan no.4 sebanyak kira-kira 150 gram, dimasukkan ke dalam gelas ukur yang telah berisi larutan pereaksi, kemudian didiamkan selama 10 menit. Larutan pereaksi tersebut adalah campuran CaCl_2 , glycerine dan formaldehyde.
- Tabung/gelas ukur ditutup dan dikocok sebanyak 90 kali dalam arah mendatar, kemudian isi larutan pereaksi sampai skala 15 dan dibiarkan selama 20 menit, kemudian dibaca skala permukaan lumpur.
- Dimasukkan beban standard kemudian dibaca skala beban.
- Perhitungan :

$$\text{Nilai S E} = \frac{\text{Skala Pasir}}{\text{Skala Lumpur}} \times 100 \%$$

Sedangkan untuk kebersihan agregat kasar dilakukan pemeriksaan dengan *Clay Lumps and Friable Particles in Agregate test* (AASHTO T 112 - 74) dengan prosedur sebagai berikut :

- Disediakan agregat dengan ukuran 3/8" - 3/4" sebanyak 2 kg (W).
- Ratakan benda uji dalam bak perendam dan

rendam dalam air suling selama 24 ± 4 jam.

- Remas-remas benda uji dengan jari tangan sampai gumpalan lempung runtuh semua.
- Cuci benda uji setelah diremas-remas dan saring dengan ayakan No. 8. - Benda uji yang tertahan ayakan No. 8 tersebut dioven pada suhu $110 \pm 5^{\circ} \text{C}$ sampai kering dan timbang (R).

- Perhitungan :

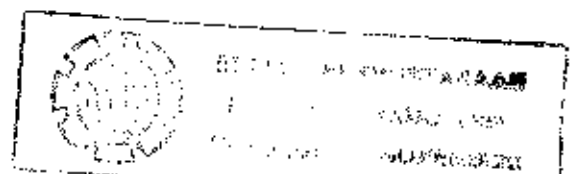
$$P = (W - R/W) \times 100$$

P = persentase gumpalan lempung

2.1.3.3. KEKERASAN

Kekerasan suatu agregat dapat diartikan sebagai daya tahan agregat yaitu ketahanan agregat untuk tidak hancur/pecah terhadap gaya-gaya yang terjadi selama masa pambuatan, penghamparan dan pemadatan campuran perkerasan aspal juga terhadap beban lalu lintas.

Agregat yang digunakan untuk lapisan perkerasan haruslah mempunyai daya tahan terhadap pemecahan, degradasi dan disintegrasi. Faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat degradasi suatu agregat adalah :



- jenis agregat, agregat yang lunak mengalami degradasi yang lebih besar daripada agregat yang lebih keras.
- gradasi, gradasi terbuka mempunyai tingkat degradasi lebih tinggi dibandingkan dengan gradasi rapat.
- bentuk, partikel bulat akan mengalami degradasi lebih besar daripada yang berbentuk kubus/bersudut.
- ukuran partikel, partikel yang lebih kecil mempunyai tingkat degradasi yang lebih kecil daripada partikel yang besar.
- energi pemadatan, degradasi akan terjadi lebih besar pada pemadatan dengan menggunakan energi pemadatan yang lebih besar.

Pemeriksaan daya tahan agregat terhadap degradasi dilakukan dengan menggunakan Tes Abrasi Los Angeles (MPBJ PB 0206-76) dengan prosedur sebagai berikut :

- Benda uji agregat yang lewat ayakan tertentu sesuai dengan grading tertentu sejumlah kira-kira 5 kg, kemudian didinginkan dan ditimbang (a).

- Kemudian benda uji tersebut dimasukkan ke dalam mesin, kemudian dimasukkan bola-bola baja dan mesin diputar dengan kecepatan 30 sampai 33 rpm.
- Setelah putaran mencapai 500 putaran benda uji dicuci dan disaring dengan saringan No.12, kemudian benda uji yang tertahan saringan tersebut dikeringkan dan ditimbang (b).
- Perhitungan :

$$\text{Keausan} = \frac{a - b}{a} \times 100\%$$

Sedangkan pemeriksaan daya tahan agregat terhadap disintegrasi pada umumnya dilakukan dengan *Soundness test* (AASHTO T 104).

Selain dengan tes abrasi, kekerasan agregat kasar diperiksa pula dengan *Percentage of Particles of less than 1.95 Specific Gravity in coarse Aggregate* (AASHTO T 150 -74) dengan prosedur sebagai berikut :

- Dibuat larutan dari ZnCl_2 yang mempunyai berat jenis 1.95 ± 0.02 pada suhu 21°C .
- Benda uji agregat kasar diletakkan dalam keranjang kawat dan dimasukkan dalam larutan tersebut.

- Benda uji diaduk dengan cepat selama satu menit. Bagian batu yang mengapung diambil dengan sendok dan dicuci untuk menghilangkan larutan seng klorida.
- Setelah dicuci bersih kemudian dioven sampai berat tetap pada suhu $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ dan ditimbang.
- Perhitungan :

$$P = \frac{\text{berat benda uji yang mengapung}}{\text{berat kering benda uji semula}} \times 100$$

dimana P adalah persen bagian yang lunak.

2.1.3.4. TEKSTUR PERMUKAAN

Tekstur/susunan permukaan cukup berperan dalam memberikan daya lekat yang baik antara agregat dengan aspal. Batuan yang halus licin memang memudahkan film aspal menyelimuti dengan baik, tetapi tidak dapat memberikan daya lekat yang baik antara batuan dan aspal. Tekstur yang kasar juga mempunyai sumbangan untuk menahan gaya geser akibat beban lalu lintas yang lewat di atasnya.

Tidak ada cara untuk menentukan tekstur permukaan ini tetapi seperti halnya bentuk partikel, karakteristik ini direfleksikan dalam tes kekuatan

dan dalam kemudahan pelaksanaan pencampuran aspal.

2.1.3.5. BENTUK PARTIKEL

Bentuk partikel mempengaruhi kemudahan campuran aspal untuk dikerjakan juga mempengaruhi kekuatannya. Partikel agregat dapat berbentuk :

- Bulat (*rounded*)

Agregat yang dijumpai di sungai pada umumnya berbentuk bulat karena pengikisan oleh air. Partikel agregat bulat saling bersentuhan dengan luas bidang kontak kecil sehingga menghasilkan daya *interlocking* yang lebih kecil dan lebih mudah tergelincir.

- Lonjong (*elongated*)

Partikel agregat dikatakan berbentuk lonjong apabila ukuran terpanjangnya > 1,8 kali diameter rata-rata. Indeks kelongongan (*elongated index*) adalah perbandingan dalam persen dari berat lonjong terhadap berat total. Sifat *interlocking*nya hampir sama dengan yang berbentuk bulat.

- Kubus (*cubical*)

Agregat hasil dari pemecahan batu

berbentuk kubus yang mempunyai bidang kontak yang lebih luas (berbentuk bidang rata) sehingga memberikan interlocking yang lebih besar. Dengan demikian kestabilan yang diperoleh lebih besar dan lebih tahan terhadap deformasi yang timbul. Agregat berbentuk kubus ini paling baik digunakan sebagai bahan konstruksi perkerasan jalan.

- Pipih (*flaky*)

Partikel agregat berbentuk pipih ini dapat merupakan hasil dari mesin pemecah batu atau memang merupakan sifat dari agregat yang jika dipecahkan cenderung berbentuk pipih. Agregat pipih yaitu agregat yang lebih tipis dari 0,6 kali diameter rata-rata. Indeks kepipihan (*flakiness index*) adalah berat total agregat yang lolos slot dibagi dengan berat total agregat yang tertahan pada ukuran nominal tertentu. Agregat berbentuk pipih mudah pecah pada waktu pencampuran, pemadatan, ataupun akibat beban lalu lintas, oleh karena itu

banyaknya agregat pipih ini dibatasi dengan menggunakan nilai indeks kepipihan yang disyaratkan.

- Tak beraturan (*irregular*)

Partikel agregat yang tidak beraturan, tidak mengikuti salah satu yang disebutkan di atas.

Pemeriksaan Indeks Kepipihan dilakukan sesuai dengan petunjuk yang diberikan oleh British Standard (BS 812 : 1967) dengan prosedur sebagai berikut :

- Benda uji dikeringkan dan disaring dengan analisa saringan.
- Masing-masing benda uji ditimbang sesuai dengan ukuran (M_1).
- Dengan alat pengukur tebal ditentukan jumlah berat butir yang lewat masing-masing saringan (M_2).
- Perhitungan :

$$\text{Indeks Kepipihan} = \frac{M_1}{M_2} \times 100 \%$$

2.1.3.6. PENYERAPAN

Porositas suatu agregat umumnya diindikasikan oleh jumlah air yang terserap apabila direndam dalam air. Pori-pori agregat juga menyerap aspal lebih

banyak sehingga aspal yang menyelimuti agregat akan lebih tipis dan menyebabkan cepat lepasnya ikatan agregat dengan aspal. Air yang telah diserap oleh agregat sukar dihilangkan seluruhnya walaupun melalui proses pengeringan sehingga mempengaruhi daya lekat aspal dengan agregat.

Porositas juga berhubungan dengan berat jenis agregat. Semakin kecil porositasnya, semakin padat agregat tersebut dan semakin besar berat jenisnya. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan dilakukan untuk mengetahui berat jenis bulk, berat jenis kering permukaan jenuh, berat jenis semu (*Apparent*) dan penyerapan.

Berat jenis bulk adalah perbandingan antara berat agregat dengan berat air suling yang dipindahkan pada suhu standard 25°C ., yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh. Berat jenis kering permukaan jenuh (SSD) adalah perbandingan antara berat agregat dalam keadaan kering permukaan dengan berat air suling yang dipindahkan pada suhu 25°C ., yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh. Sedangkan berat jenis semu (*apparent specific gravity*) adalah perbandingan antara berat agregat kering dengan berat

air suling pada suhu standard 25°C , yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh. Penyerapan adalah prosentase berat air yang dapat diserap pori terhadap berat agregat kering.

Untuk lebih jelasnya dapat dituliskan perumusan untuk menghitung berat jenis dan penyerapan agregat, sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 - \text{Berat jenis bulk} &= \frac{B_k}{B_j - B_a} \\
 - \text{Berat jenis SSD} &= \frac{B_j}{B_j - B_a} \\
 - \text{Berat jenis semu} &= \frac{B_k}{B_k - B_a} \\
 - \text{Penyerapan} &= \frac{B_j - B_k}{B_k} \times 100\%
 \end{aligned}$$

Dimana : B_k = berat benda uji kering oven (gram)

B_j = berat benda uji kering permukaan jenuh
(gram)

B_a = berat benda uji dalam air (gram)

Prosedur pemeriksaannya adalah sebagai berikut :

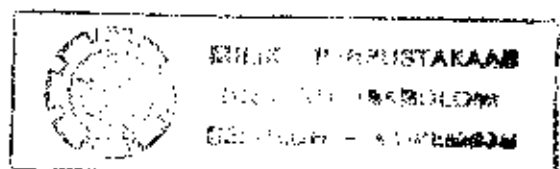
A. Untuk Agregat Kasar (MPBJ PB 0202-76)

- Benda uji agregat tertahan saringan No.4 sebanyak 5 kg dicuci untuk menghilangkan debu dan bahan-bahan lain yang melekat pada permukaan agregat.
- Kemudian dikeringkan dalam oven 105°C

- Setelah itu benda uji direndam dalam air suling selama 24 jam.
- Kemudian benda uji dikeluarkan dan dilap satu per satu sampai kering permukaan, timbang (B_j).
- Benda uji kemudian ditimbang dalam air (B_a).

B. Untuk Agregat Halus (MPBJ PB 0203-76)

-



- Kering permukaan jenuh diperiksa dengan mengisikan ke dalam kerucut terpancung dan ditumbuk dengan batang penumbuk sebanyak 25 kali.
- Benda uji yang telah SSD dimasukkan ke dalam piknometer, kemudian diisi air suling kira-kira mencapai 90% dari isi piknometer.
- Piknometer digoncang-goncang agar gelembung udara hilang atau untuk lebih cepatnya digunakan pompa hampa udara.
- Piknometer direndam dalam air suling dengan suhu standard 25°C kemudian ditambahkan air suling hingga mencapai tanda dalam piknometer.
- Piknometer yang berisi air dan benda uji ditimbang (B_t).
- Benda uji dikeluarkan dan dikeringkan dalam oven pada suhu 110°C hingga berat tetap. Didinginkan pada suhu ruang dan ditimbang (B_k).
- Berat piknometer yang berisi air pada suhu standard 25°C ditimbang (B). Apabila suhu tidak standard harus ada faktor

koreksi.

- Perhitungan :

$$\text{Berat jenis bulk} = \frac{B_k}{B + 500 - B_t}$$

$$\text{Berat jenis SSD} = \frac{500}{B + 500 - B_t}$$

$$\text{Berat jenis semu} = \frac{B_k}{B + B_k - B_t}$$

$$\text{Penyerapan} = \frac{500 - B_k}{B_k} \times 100\%$$

Dimana : B_k = berat benda uji kering oven (gram)

B = berat piknometr berisi air (gram)

B_t = berat piknometer berisi air dan benda uji (gram)

500 = berat benda uji dalam keadaan SSD (gram)

2.1.3.7. KELEKATAN TERHADAP ASPAL

Stripping - terkelupasnya film aspal dari agregat akibat pengaruh air - dapat membuat agregat menjadi tidak sesuai lagi dalam campuran perkerasan aspal. Agregat yang demikian dinamakan *hydrophilic* (menyukai air). Agregat yang mengandung silika seperti *quartzite* dan beberapa granit merupakan contoh agregat yang memerlukan perhatian dalam hal *stripping* ini. Agregat yang demikian tidak baik digunakan dalam campuran perkerasan aspal.

Sebaliknya agregat seperti *limestone* (batu kapur) biasanya lebih tahan terhadap pengelupasan film aspal ini. Dan agregat ini dinamakan *hydrophobic* (tidak menyukai air).

Kelekatan agregat terhadap aspal dinyatakan dalam persentase luas permukaan batuan yang tertutup aspal terhadap seluruh luas permukaan. Pemeriksaan ini dilakukan dengan prosedur Manual Pemeriksaan Bahan Jalan (MPBJ PB 0205-76), dengan prinsip pemeriksaan sebagai berikut :

- Benda uji agregat lolos saringan 3/8" tertahan 1/4" sebanyak kira-kira 100 gram dicuci dan dikeringkan dalam oven sampai berat tetap.
- Benda uji diaduk dengan aspal cement dan dipanaskan kira-kira mencapai suhu 135 - 150°C, kemudian dimasukkan ke dalam tabung gelas kimia dan diisi air suling sebanyak 400 ml.
- Dibiarkan adukan tersebut dalam suhu ruang selama 16 - 18 jam kemudian diamati perkiraan luas permukaan yang masih terselimuti aspal.

2.2. TEKNOLOGI ASPAL

Aspal didefinisikan sebagai material berwarna hitam atau coklat tua, pada temperatur ruang berbentuk padat sampai agak padat. Aspal merupakan bahan bitumen karena mengandung bitumen, yaitu zat *hydrocarbon* yang dapat dilarutkan dalam *carbon disulfide* (CS_2).

Sebagai salah satu material konstruksi perkerasan lentur, aspal merupakan salah satu komponen kecil, umumnya hanya 4-10% berdasarkan berat atau 10-15% berdasarkan volume (Asphalt Institut, "Asphalt Technology & Construction, 1983).

2.2.1. JENIS ASPAL

Ditinjau dari jenisnya aspal dapat dibedakan menjadi dua, yaitu aspal alam dan aspal minyak.

2.2.1.1. ASPAL ALAM

Aspal alam terjadi karena proses alamiah yang dapat berbentuk *Lake Asphalt* (danau aspal) dan *Rock Asphalt* (batuan aspal).

Menurut kejadian geologinya, danau aspal mula-mula merupakan danau yang berisi minyak bumi. Sesudah berjuta-juta tahun, minyak-minyak ringan, sedang dan berat menguap sehingga yang tersisa adalah aspal. Aspal ini dapat ditambang langsung. Contoh

dari danau aspal ini salah satunya adalah *Trinidad Asphalt* (di P. Trinidad), *Bermudez Asphalt* (di P. Bermuda).

Batuan aspal merupakan aspal yang bercampur dengan batuan. Pada mulanya minyak bumi dipermukaan bumi mengisi celah-celah di antara batuan. Minyak bumi tersebut meresap keantara batuan dan sesudah berjuta-juta tahun minyak bumi menguap sehingga yang tersisa adalah aspal yang bercampur dengan batuan tersebut.

Aspal alam yang terdapat di Indonesia dan telah dimanfaatkan adalah aspal dari pulau Buton yang lebih dikenal dengan Asbuton atau Butas. Aspal ini merupakan campuran antara bitumen (aspal) dengan bahan mineral lain yaitu batu kapur (*limestone*).

2.2.1.2. ASPAL MINYAK

Aspal minyak merupakan aspal buatan yang terjadi akibat proses penyulingan (destilasi) minyak bumi. Bensin, minyak tanah, solar merupakan hasil destilasi pada temperatur yang berbeda.

Setiap minyak bumi menghasilkan residu yang terdiri dari bahan dasar aspal yang berbeda. Dapat dibedakan atas :

1. *Asphalt base crude* (bahan dasar aspal)

2. *Paraffin base crude* (bahan dasar parafin)

3. *Mixed-base crude* (bahan dasar campuran)

Bahan dasar parafin dan bahan dasar campuran kandungan aspalnya rendah. Untuk perkerasan jalan umumnya digunakan aspal yang diperoleh dari bahan dasar aspal. Aspal minyak dengan bahan dasar aspal dapat dibedakan atas :

- A. Aspal Keras (*Asphalt Cement/AC*)
- B. Aspal Cair (*Cut Back Asphalt*)
- C. Aspal Emulsi (*Emulsion Asphalt*)

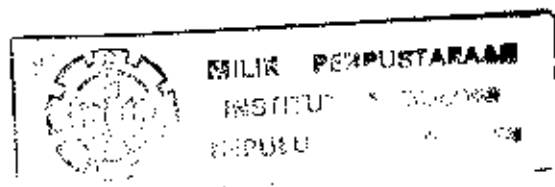
1. ASPAL SEMEN

Aspal semen adalah jenis aspal keras yang berbentuk padat pada suhu ruang ($25^{\circ} - 30^{\circ}\text{C}$) dimana dalam penggunaannya harus dipanaskan terlebih dahulu pada suhu tertentu ($135^{\circ} - 150^{\circ}\text{C}$).

Di Indonesia aspal semen biasanya dibedakan berdasarkan nilai penetrasinya yaitu AC Pen. 40/50, 60/70, 85/100, 120/150 dan 200/300. Angka indeks penetrasi yang semakin besar menunjukkan bahwa kekentalan aspal semen semakin rendah.

2. ASPAL CAIR

Aspal cair adalah campuran antara aspal semen dengan bahan pencair dari hasil penyulingan minyak



bumi. Dengan demikian bentuknya cair pada suhu ruang sehingga dalam penggunaannya tidak perlu dipanaskan.

Berdasarkan bahan pencair/pelarutnya aspal cair dapat dibagi dalam tiga jenis yaitu :

- a. RC (*Rapid Curing*)
- b. MC (*Medium Curing*)
- c. SC (*Slow Curing*)

3. ASPAL EMULSI

Aspal emulsi adalah suatu campuran antara aspal semen dengan air dan bahan pengemulsi melalui proses alat *emulsion plant*. Dalam aspal emulsi terdapat larutan yang bermuatan listrik dan berdasarkan muatan listrik yang dikandungnya aspal emulsi dapat dibedakan atas :

1. Kationik
2. Anionik
3. Nonionik

Yang umum digunakan sebagai bahan perkerasan jalan adalah aspal emulsi kationik dan anionik.

Berdasarkan kecepatan pengerasannya aspal emulsi dapat dibedakan atas :

- *Rapid Setting* (RS)
- *Medium Setting* (MS)
- *Slow Setting* (SS)

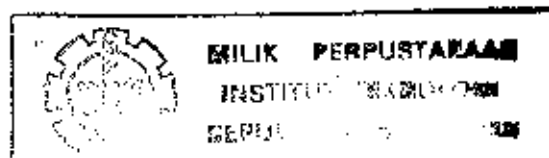
2.2.2. SIFAT ASPAL

Aspal yang dipergunakan pada konstruksi perkerasan jalan berfungsi sebagai bahan pengikat yaitu memberikan ikatan yang kuat antara aspal dan agregat dan antara aspal itu sendiri juga berfungsi sebagai bahan pengisi yaitu mengisi rongga antara butir-butir agregat dan pori-pori yang ada dari agregat itu sendiri.

Oleh karena itu aspal harus mempunyai sifat-sifat yang dapat menunjang fungsi dari aspal itu sendiri. Sifat-sifat aspal yang utama adalah konsistensi (juga sering disebut dengan viskositas atau plastisitas), kemurnian dan keamanan.

KONSISTENSI

Aspal adalah bahan termoplastis karena mencair perlahan-lahan apabila dipanaskan. Konsistensi aspal semen bervariasi terhadap temperatur karena itu perlu menggunakan temperatur standart bila membandingkan konsistensi suatu aspal semen terhadap aspal semen yang lainnya. Apabila aspal semen dibiarkan di udara terbuka aspal akan mengeras. Ini berarti konsistensi aspal bertambah. Tetapi temperatur dan pengontrolan campuran yang tidak diperhatikan dapat menyebabkan kerusakan pada aspal semen semakin bertambah. Konsistensi dari aspal umumnya ditentukan melalui tes viskositas atau



tes penetrasi.

KEMURNIAN

Aspal semen tersusun hampir seluruhnya oleh bitumen. Aspal yang murni hampir seluruhnya mengandung bitumen murni dan biasanya lebih dari 99,5% larut dalam carbon disulfide.

Umumnya aspal semen bebas dari air dan kelembaban setelah mengalami proses pemurnian. Tetapi pada masa pengangkutan aspal mungkin di dalam tanki pengangkutnya dapat membuat aspal menjadi lembab.

KEAMANAN

Aspal semen apabila dipanaskan pada suhu yang cukup tinggi akan meninggalkan asap yang akan menyala yang terlihat seperti bunga api. Tetapi temperatur pada keadaan ini adalah temperatur diatas temperatur umum yang digunakan selama pekerjaan perkerasan. Namun demikian untuk memastikan batas keamanan yang memadai, titik nyala dari aspal harus diketahui.

2.2.3. PEMERIKSAAN ASPAL

Pemeriksaan terhadap aspal dimaksudkan untuk mengetahui mutu aspal yang sesuai dengan persyaratan sebagai bahan bitumen campuran aspal beton.

2.2.3.1. PENETRASI

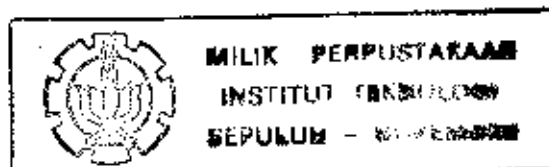
Tujuan pemeriksaan penetrasi ini adalah untuk menentukan penetrasi bitumen keras atau lembek (solid atau semi solid) dengan menusukkan jarum penetrasi ukuran tertentu dalam waktu tertentu pada bitumen pada suhu tertentu.

Prosedur pemeriksaan penetrasi adalah sesuai dengan MPBJ PA 0301-76 yaitu sebagai berikut :

- Contoh aspal dipanaskan selama 30 menit pada suhu 90°C , kemudian dimasukkan dalam cawan dan didinginkan.
- Contoh aspal dimasukkan kedalam bak yang telah berisi air pada suhu standard 25°C , kemudian dengan alat dan jarum penetrasi dilakukan percobaan, yaitu dengan memasukkan jarum tersebut selama 5 detik pada suhu 25°C .

2.2.3.2. TITIK LEMBOK (SOFTENING POINT TEST)

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan titik lembek dari aspal (yang berkisar antara 30°C - 200°C). Yang dimaksud dengan titik lembek adalah suhu pada saat bola baja mendesak turun suatu lapisan aspal yang tertahan dalam cincin berukuran tertentu, sehingga aspal tersebut menyentuh pelat dasar yang



terletak di bawah cincin pada besaran waktu tertentu, sebagai akibat pemanasan dengan kecepatan tertentu.

Prosedur pemeriksaan adalah sebagai berikut (MPBJ PA 0302-76) :

- Benda uji aspal dipanaskan pada suhu 56°C , kemudian dimasukkan ke dalam cincin.
- Bola baja ditumpangkan dan contoh dipanaskan sehingga kenaikan 5°C tiap menit.
- Dicatat suhu pemanasan saat bola dan aspal jatuh menyentuh plat.

2.2.3.3. TITIK NYALA (FLASH POINT TEST)

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan titik nyala aspal. Yang dimaksud dengan titik nyala adalah suhu pada saat nyala singkat pada suatu titik di atas aspal tersebut.

Prosedur pemeriksaan adalah sebagai berikut (MPBJ PA 0303-76) :

- Benda uji dipanaskan pada suhu kira-kira 150°C , kemudian dimasukkan ke dalam cawan cleveland.
- Cawan dipanaskan terus, dengan kecepatan pemanasan 5°C tiap menit. Kemudian

dinyalakan api pada nyala penguji, putar melewati contoh, kemudian saat api membakar/menyentuh contoh dicatat besarnya temperatur.

2.2.3.4. KEHILANGAN BERAT ASPAL (THICK FILM TEST)

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk mengetahui pengurangan berat akibat penguapan bahan-bahan yang mudah menguap dalam aspal.

Prosedur pemeriksaan adalah sebagai berikut (MPBJ PA 0304-76) :

- Aspal sebanyak $50 \pm 0,5$ gram dituangkan dalam cawan dan ditimbang (A). Kemudian dipanaskan sampai 163°C selama 5 jam di dalam oven yang dilengkapi dengan piring berdiameter 25 cm tergantung melalui poros vertikal dan dapat diputar dengan kecepatan 5-6 putaran/menit. Dan oven dilengkapi dengan ventilasi.
- Setelah dioven benda uji didinginkan dalam suhu ruang dan ditimbang (B).
- Perhitungan :

$$\text{Kehilangan berat} = \frac{A - B}{A} \times 100 \%$$

2.2.3.5. KELARUTAN DALAM CCl₄ ATAU CS₂ (SOLUBILITY TEST)

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan jumlah bitumen yang larut dalam CCl₄ (Karbon tetraklorida) atau CS₂ (Karbon bisulfida). Jika semua bitumen yang diuji larut dalam CCl₄ atau CS₂ maka bitumen tersebut murni.

Prosedur pemeriksaan adalah sebagai berikut (MPBJ PA 0305-76) :

- Sejumlah aspal semen dilarutkan dalam larutan CCl₄ atau CS₂.
- Perhitungan :

$$p = \frac{\text{bitumen larut dalam CCl}_4}{\text{jumlah bitumen kering}} \times 100\%$$

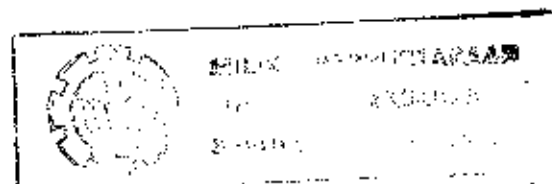
Dimana p adalah bagian bitumen yang larut dalam CCl₄ atau CS₂.

2.2.3.6. DAKTILITAS

Pemeriksaan ini dilakukan dengan mengukur jarak terpanjang yang tertarik antara 2 cetakan yang terisi bitumen keras sebelum putus, pada suhu dan kecepatan tertentu.

Prosedur pemeriksaan adalah sebagai berikut (MPBJ PA 0306-76) :

- Aspal dipanaskan pada suhu di atas titik lembek, kemudian dimasukkan kedalam



cetakan standard

- Contoh didinginkan pada suhu ruang, kemudian dimasukkan pada bak perendam pada suhu 25°C selama kira-kira 90 menit.
- Benda uji ditarik dan dicatat pemuluran yang terpanjang.

2.2.3.7. BERAT JENIS

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk mengetahui berat jenis aspal yaitu perbandingan antara berat aspal dan berat air suling dengan isi yang sama pada suhu tertentu.

Prosedur pemeriksaan adalah sebagai berikut (MPBJ PA 0307-76) :

- Diambil contoh aspal sebanyak 50 gram, dipanaskan selama 30 menit pada suhu 56°C .
- Ditimbang berat piknometer kosong dan kering (A)
- Piknometer berisi air suling direndam selama 30 menit pada suhu standard, kemudian diangkat dan dikeringkan dengan lap lalu ditimbang beratnya (B)
- Aspal yang telah dipanaskan diatas dimasukkan kedalam piknometer kering

hingga mencapai $3/4$ isi, kemudian didinginkan selama 40 menit dan ditimbang beratnya (C)

- Kemudian piknometer yang berisi contoh diisi dengan air suling dan gelembung udara dikeluarkan dan ditimbang beratnya (D)

- Perhitungan :

$$\text{Berat Jenis Aspal} = \frac{(B - A) - (D - C)}{C - A}$$

Dimana :

A = berat piknometer (gram)

B = berat piknometer berisi air (gram)

C = berat piknometer berisi aspal (gram)

D = berat piknometer berisi aspal dan air (gram)

2.3. ASPAL BETON

Aspal beton campuran panas (*Hot Mix*) merupakan salah satu jenis dari lapis perkerasan lentur. Jenis perkerasan ini merupakan campuran merata antara agregat dan aspal sebagai bahan pengikat pada suhu tertentu.

Berdasarkan fungsinya aspal beton campuran panas dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

1. Sebagai lapis permukaan yang tahan terhadap cuaca, gaya geser dan tekanan roda serta memberikan lapis kedap air yang dapat melindungi lapis di bawahnya dari rembesan air.
2. Sebagai lapis pondasi atas.
3. Sebagai lapis pembentuk pondasi, jika dipergunakan pada pekerjaan peningkatan atau pemeliharaan.

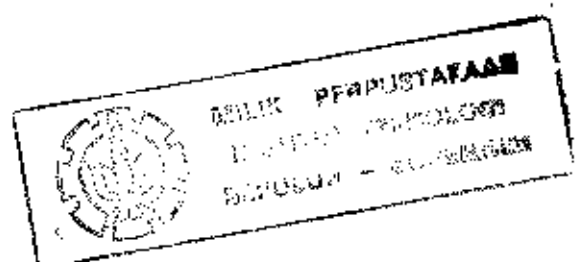
Menurut susunan gradasi agregatnya aspal beton campuran panas ini dapat dibedakan menjadi :

1. Aspal Beton Amerika (*Asphalt Concrete*)
2. Aspal Beton Inggris (*HRA = Hot Rolled Asphalt* atau *HRS = Hot Rolled Sheet*).

Yang dimaksud dengan aspal beton (*Asphalt Concrete*) adalah campuran panas antara agregat, aspal dan filler dengan gradasi campuran agregatnya menerus (*continuous graded*) dengan bentuk mendekati *Fuller's curve*.

Adapun yang dimaksud dengan HRA adalah campuran antara agregat yang bergradasi timpang (*gap graded*) dengan aspal yang dicampur secara panas dan dipadatkan pada suhu tertentu. Sering juga dikenal sebagai aspal beton durabilitas tinggi.

Metode pencampuran untuk *Asphalt Concrete* bersumber



pada Asphalt Institut, sedangkan aspal beton durabilitas tinggi bersumber pada BS 594, Inggris dan dikembangkan oleh CQCMU (*Central Quality Control & Monitoring Unit*), Bina Marga, Indonesia.

2.3.1. BAHAN CAMPURAN

Bahan-bahan yang dapat dipergunakan untuk campuran aspal beton terdiri dari agregat kasar, agregat halus, filler dan aspal keras dengan perbandingan tertentu. Bahan-bahan tersebut harus terlebih dahulu diteliti mutu dan gradasinya.

Gradasi campuran agregat pada aspal beton yang menerus (*Continuous Graded*) ditujukan agar diperoleh :

- Campuran yang kompak, karena batuananya saling mengunci dengan baik (*interlocking*), sehingga memberikan struktur yang padat dengan density yang besar.
- Campuran dengan void antar batuan besar mudah diisi oleh batuan kecil, sehingga campuran menjadi rapat (*dense graded*).

Menurut buku "Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton" No.13/PT/B/1983 yang dikeluarkan oleh Direktorat Jenderal Bina Marga, gradasi agregat harus memenuhi

ketentuan sebagaimana tertera pada Tabel 2.1. .

No. Campuran : I, III, IV, VI, VII, VIII, IX, X dan XI
digunakan untuk lapisan permukaan.

No. Campuran : II, digunakan untuk lapis permukaan,
levelling dan lapis antara.

No. Campuran : V, digunakan untuk lapis permukaan dan
lapis antara.

Kadar aspal normal untuk gradasi-gradasi pada Tabel
2.1. berkisar antara 4% - 7% (terhadap 100% agregat
kering).

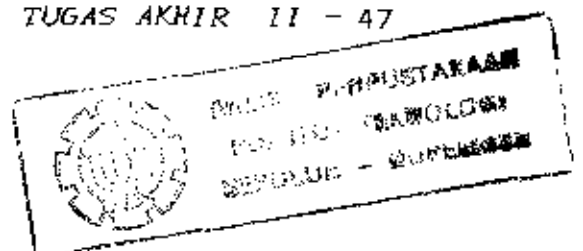
2.3.1.1. AGREGAT KASAR

Agregat kasar yang dapat dipergunakan dapat
merupakan batu pecah (*crushed stone*) atau pecahan
kerikil (*crushed gravel*) dalam keadaan kering dengan
persyaratan tertentu.

Direktorat Jenderal Bina Marga menetapkan
persyaratan dalam buku "Petunjuk Pelaksanaan Lapis
Aspal Beton (LASTON) No.13/PT/B/1983" sebagaimana
tercantum dalam Tabel 2.2.

Tabel.2.1. GRADASI AGREGAT

No. Campuran	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
Gradasi	kasar	kasar	rapat	rapat	rapat	rapat	rapat	rapat	rapat	rapat	rapat
Tebal Padat	19,1 -	25,4 -	19,1 -	25,4 -	38,1 -	50,8 -	38,1 -	19,1 -	38,1 -	38,1 -	38,1 -
(mm)	38,1	50,8	38,1	50,8	63,5	76,2	50,8	38,1	63,5	63,4	50,8
% BERAT YANG LEWAT SARINGAN											
Ukuran Saringan											
(mm)											
38,1	1 1/2"	-	-	-	-	100	-	-	-	-	-
25,4	1"	-	-	-	100	90-100	-	-	100	100	-
19,1	3/4"	-	-	100	80-100	82-100	100	-	85-100	95-100	100
12,7	1/2"	100	75-100	100	80-100	72-90	80-100	100	-	-	-
9,52	3/8"	75-100	60-85	80-100	70-90	60-80	-	-	65-85	55-78	74-92
4,75	No. 4	35-55	55-75	50-70	50-70	48-65	52-70	54-72	45-65	38-60	48-70
2,38	No. 8	20-35	20-35	35-50	35-50	35-50	40-55	42-58	34-54	27-47	30-53
0,59	No. 30	10-22	10-22	18-29	18-29	19-30	24-36	26-38	20-35	13-28	15-30
0,275	No. 60	6-16	6-16	13-23	13-23	13-23	16-26	18-28	16-26	9-20	10-20
0,149	No. 100	4-12	4-12	8-16	8-16	7-15	10-18	12-20	10-18	-	-
0,074	No. 200	2-8	2-8	4-10	4-10	1-8	6-12	6-12	5-10	4-8	4-9



Tabel 2.2. Persyaratan Agregat Kasar

Jenis Pemeriksaan	Cara Pemeriksaan	Persyaratan
1. Gradasi	PB.0201-78	
2. Kekerasan	PB.0208-78	maks. 40 %
3. Kelekatan terhadap aspal	PB.0205-78	min. 95 %
4. Indeks Kepipihan	BS 812-1987	maks. 25 %
5. Bentuk Butir	Visual	minimum 50 % agregat harus mempunyai satu bidang pecah
6. Absorpsi	PB.0202-78	maks. 3 %
7. Berat Jenis Semu	PB.0202-78	min. 2.5
8. Gumpalan Lempung	AASHTO T 112	maks. 0.25 %
9. Bagian batu yang lunak	AASHTO T 150	maks. 5 %

2.3.1.2. AGREGAT HALUS

Agregat halus dapat terdiri dari pasir bersih, bahan-bahan halus hasil pemecahan batu atau kombinasi dari bahan-bahan tersebut dan dalam keadaan kering.

Sebagaimana pada agregat kasar, Direktorat Jenderal Bina Marga menetapkan persyaratan bagi agregat halus seperti yang tertera pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3. Persyaratan Agregat Halus

Jenis Pemeriksaan	Cara Pemeriksaan	Persyaratan
1. Bentuk Butir	Visual	derbidang kasar dan beradut tajam
2. Nilai Sand Equivalent	AASHTO T 176	min. 50 %
3. Berat Jenis Semu	PB.0202-76	min. 2.5
4. Absorpsi	PB.0202-76	max. 3 %

2.3.1.3. FILLER

Keberadaan filler dalam campuran aspal beton berpengaruh pada sifat aspal beton yang impermeabel (kedap air). Pada umumnya filler berupa abu batu, kapur dan semen Portland.

Persyaratan untuk filler ditentukan oleh Direktorat Jenderal Bina Marga dalam "Petunjuk Pelaksanaan Aspal Beton No. 13/PT/BM/1983" seperti yang ditunjukkan dalam Tabel. 2.4.

Tabel 2.4. Persyaratan Filler

Jenis Pemeriksaan	Cara Pemeriksaan	Persyaratan
1. Gradasi :	PB.0201-78	% lolos terhadap berat :
Ukuran Saringan :		
No. 30		100
No. 50		85 - 100
No. 100		80 - 100
No. 200		70 - 100
2. Kadar air		maksimum 1 %
3. Keberatan		harus bebas dan kotoran- kotoran yang tidak baik

2.3.1.4. ASPAL

Aspal berfungsi sebagai bahan pengikat batuan dalam campuran. Pada umumnya digunakan aspal semen dengan tingkat kekentalan Pen.60 atau Pen.80. Variasi dari rongga udara yang berbeda dari setiap agregat akan dapat memberikan kadar aspal optimum yang berbeda pula.

Persyaratan aspal yang ditentukan oleh Direktorat Jenderal Bina Marga dalam "Petunjuk Pelaksanaan Aspal Beton No. 13/PT/BM/1983" ditunjukkan dalam Tabel.2.5.

Tabel 2.5. Persyaratan Aspal Keras Pen 60/70

Jenis Pemeriksaan	Cara Pemeriksaan	Persyaratan	
		min	max
1. Penetrasi	PA.0301-78	60	78
2. Titik Lembek	PA.0302-78	48 °C	58 °C
3. Titik Nyala	PA.0303-78	200 °C	
4. Kehilangan Berat	PA.0304-78		0.4 % berat
5. Kelerutan dlm CCl ₄	PA.0305-78	99 % berat	
6. Debitilitas	PA.0306-78	100 cm	
7. Penetrasi setelah kehil. berat	PA.0301-78	75 % semula	
8. Berat Jenis	PA.0307-78	1 gr/cc	

2.3.2. PERENCANAAN CAMPURAN

Perencanaan campuran aspal beton meliputi penentuan komposisi agregat, kadar aspal optimum dan karakteristik campuran. Perencanaan komposisi agregat dihitung berdasarkan nilai tengah dari spesifikasi campuran yang dipakai. Penentuan kadar aspal optimum dan karakteristik campuran dilakukan dengan menggunakan metode Marshall.

Direktorat Jenderal Bina Marga dalam "Petunjuk Pelaksanaan Aspal Beton No. 13/PT/BM/1983" menetapkan persyaratan campuran aspal beton seperti yang terlihat dalam Tabel. 2.6.

Tabel 2.6. Persyaratan Campuran Aspal Beton

Jenis Pemeriksaan	Kepadatan Lalu Lintas		
	Berat	Sedang	Ringan
1. Stabilitas (kg)	> 750	> 650	> 480
2. Kelelehan (mm)	2 - 4	2 - 4.5	2 - 5
3. % Rongga dalam campuran	3 - 5	3 - 5	3 - 5
4. % Rongga teras aspal	75 - 82	75 - 85	75 - 85
5. Jumlah Tumbukan	2 x 75	2 x 50	2 x 35

2.3.2.1. PERENCANAAN DENGAN METODE MARSHALL

1. Perhitungan Proporsi Agregat

Perhitungan proporsi agregat dilakukan berdasarkan nilai tengah dari spesifikasi (mid spec) yang digunakan.

2. Berat Jenis (*Bulk Specific Gravity*) Campuran

Aspal, agregat kasar, agregat halus dan filler mempunyai berat jenis sendiri-sendiri. Umumnya berat jenis yang digunakan adalah sebagai berikut :

- Aspal semen : berat jenis (*Bulk*)
- Agregat Kasar : berat jenis (*Bulk*)

- Agregat Halus : berat jenis (*Bulk*)
- Filler : berat jenis semu (*Apparent*)

Berat Jenis campuran agregat ditentukan dengan :

$$G_{sb} = \frac{100}{\frac{P_1}{G_1} + \frac{P_2}{G_2} + \dots + \frac{P_n}{G_n}}$$

dimana :

G_{sb} = Berat jenis Campuran

P_1, P_2, \dots, P_n = Persentasi masing-masing agregat
1, 2, ..., n dan $P_1 + P_2 + \dots + P_n = 100$

G_1, G_2, \dots, G_n = Berat jenis masing-masing agregat
1, 2, ..., n

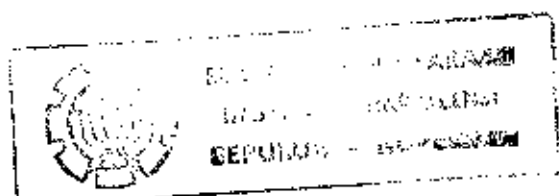
3. Penentuan Kadar Aspal Optimum

Untuk menentukan kadar aspal optimum dalam campuran dilakukan terlebih dahulu dengan membuat beberapa benda uji (briket) dengan beberapa variasi kadar aspal. Untuk campuran aspal beton variasi kadar aspal berkisar antara 4% - 8%, dengan kelipatan setiap 0,5%.

Berat benda uji pada umumnya sebesar ± 1200 gram dengan ukuran diameter 10 cm dan tinggi $\pm 63,5$ mm.

Dengan percobaan Marshall akan diperoleh sifat-sifat teknis campuran, yaitu :

- Density



tingkat kelelahan dari suatu campuran. Dilakukan bersamaan dengan pengujian stabilitas. Besarnya diukur dalam satuan mm atau dalam 0,01". Nilai flow ini untuk menentukan tingkat fleksibilitas campuran.

Void in Mix

Yang dimaksud dengan void in mix adalah jumlah kandungan rongga dalam campuran. Nilai ini untuk menentukan tingkat porositas campuran.

Void Filled with Asphalt

Yang dimaksud dengan void filled with asphalt (rongga terisi aspal) adalah prosentase kandungan pori yang terisi aspal. Nilai ini untuk menentukan tingkat keawetan campuran.

Marshall Quotient

Yang dimaksud dengan Marshall Quotient adalah nilai perbandingan antara stabilitas dengan flow dari campuran.

4. Analisa Kepadatan dan Kandungan Pori

Ada tiga sifat benda uji padat dari campuran perkerasan aspal yang ditentukan dalam analisa kepadatan dan kandungan pori ini. Yaitu :

- a. Kepadatan benda uji

b. Kandungan pori dalam mineral agregat

c. Kandungan rongga udara dalam campuran padat.

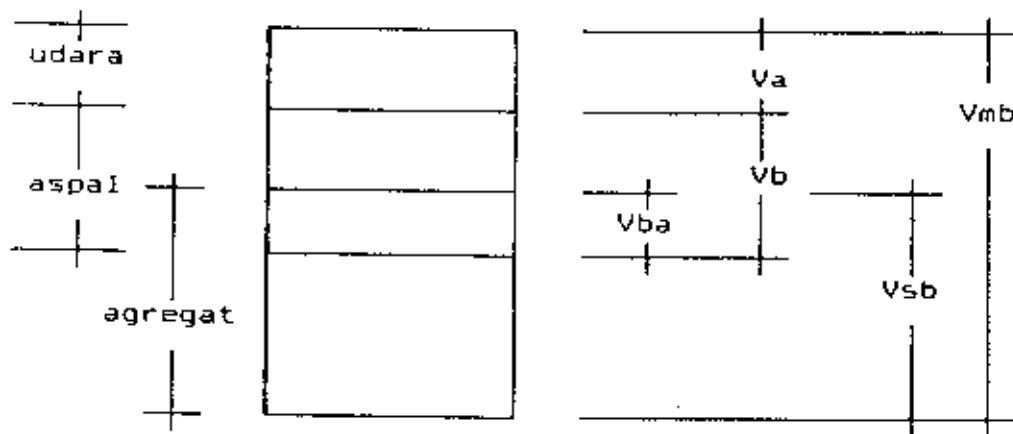
Kepadatan benda uji biasanya dinyatakan dalam satuan Mg/m^3 (lb/ft^3). Berat jenis benda uji dikalikan dengan berat jenis air, 1 Mg/m^3 ($62,4 \text{ lb/ft}^3$) menghasilkan kepadatan benda uji yang telah dipadatkan itu.

Dari berat contoh volume masing-masing material dapat ditentukan. Volume-volume ini ditunjukkan seperti pada Gambar 2.1. Volume total adalah volume air yang dipindahkan oleh benda uji.

Kadar pori dalam mineral agregat (*Voids in Mineral Agregat = VMA*) dinyatakan dalam prosen dari total volume benda uji. Hal tersebut menunjukkan volume dari campuran padat itu yang tidak terisi oleh agregat.

Kadar rongga dalam campuran (*Voids in the mix = Va*) juga dinyatakan dalam prosen dari total volume benda uji. Hal tersebut menunjukkan volume yang tidak terisi oleh aspal maupun agregat.





Gambar 2.1. Hubungan antara kepadatan dengan rongga udara

Keterangan gambar :

V_{mb} = Volume total benda uji

V_a = Volume rongga udara

V_b = Volume aspal

V_{ba} = Volume aspal yang diserap agregat

V_{sb} = Volume agregat

Sehingga dapat dihitung :

$$a. \text{ Kepadatan benda uji} = \frac{W_b + W_s}{V_{mb}}$$

dimana :

W_b = Berat aspal

W_s = Berat agregat

$$b. \text{ Rongga udara dalam mineral agregat} = \frac{V_{mb} - V_{sb}}{V_{mb}}$$

$$c. \text{ Rongga dalam campuran} = \frac{V_{mb} - (V_{sb} - V_{ba} + V_b)}{V_{mb}}$$

2.3.3. SIFAT-SIFAT CAMPURAN

Ciri utama dari aspal beton adalah gradasi agregat yang menerus, sehingga terjadi sifat saling mengunci antar batuanannya. Suatu campuran aspal beton harus mempunyai sifat-sifat sebagai berikut :

1. Stabilitas
2. Keawetan (durabilitas)
3. Fleksibelitas
4. Ketahanan lelah
5. Ketahanan terhadap selip (*skid resistance*)
6. Kedap air
7. Workabilitas

2.3.3.1. STABILITAS

Adalah kemampuan campuran perkerasan aspal dalam menahan deformasi akibat beban di atasnya. Perkerasan yang tidak stabil ditandai dengan adanya alur-alur (bekas roda) dan bergelombang. Stabilitas tergantung pada gaya geser dalam dan kohesi.

Gaya geser dalam dipengaruhi oleh tekstur

2.3.3.2. KEAWETAN (DURABILITAS)

Adalah kemampuan untuk menahan disintegrasi akibat cuaca dan lalu lintas. Termasuk didalam akibat cuaca adalah perubahan karakteristik aspal, misalnya oksidasi dan penguapan serta perubahan di dalam perkerasan dan agregat juga kelakuan air, termasuk membeku dan mencair.

Keawetan umumnya dapat ditingkatkan dengan kadar aspal yang tinggi, gradasi agregat yang rapat dan dipadatkan dengan baik sehingga menghasilkan campuran yang kedap. Penambahan jumlah aspal akan mempertebal film aspal yang melapisi agregat. Film aspal yang lebih tebal lebih tahan terhadap penuaan (*age-hardening*). Hal itu berarti waktu yang dibutuhkan untuk mereduksi film aspal lebih lama dari pada terhadap film aspal yang tipis untuk mencapai derajat kerapuhan yang sama. Penambahan jumlah aspal mengurangi ukuran rongga dalam campuran - atau menyelimuti campuran - membuat udara dan air lebih sulit masuk ke dalam campuran.

Agar tahan terhadap air, campuran perlu bergradasi rapat, berkandungan aspal yang tinggi dan dipadatkan secara memadai. Jika campuran rapat, pemindahan (terkelupasnya) aspal dari agregat akibat

air umumnya tidak terjadi.

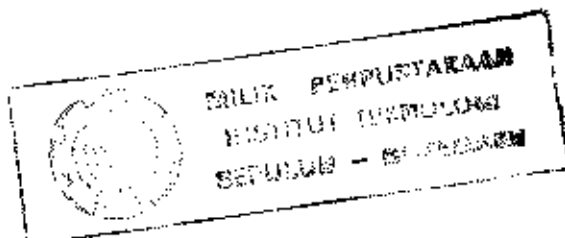
Jumlah aspal yang tidak cukup mungkin menyebabkan agregat tercabut dari permukaan - hal ini dikenal sebagai *raveling*. Aspal yang terlalu panas dalam proses pencampuran panas dapat menyebabkan kerapuhan di kemudian hari dan mengakibatkan keausan perkerasan.

Campuran yang mempunyai kadar aspal yang terlalu tinggi, dengan rongga yang terisi aspal seluruhnya mungkin memberikan keawetan yang *ultimate*. Bagaimanapun juga hal ini tidak diinginkan dari segi stabilitas. Apabila campuran ini diamparkan di jalan, perkerasan akan bergelombang akibat beban lalu lintas, dan *bleeding* dapat juga terjadi. Stabilitas maksimum tidak dapat dicapai dalam agregat hingga jumlah aspal yang melapisi partikel mencapai nilai yang kritis.

Tambahan aspal cenderung menjadi pelumas dari pada menjadi pengikat, mengurangi stabilitas dalam campuran dan menambah keawetan. Oleh karena itu diperlukan kesepakatan, untuk mendapatkan kadar aspal setinggi mungkin selama stabilitas tetap memadai.

2.3.3.3. FLEKSIBILITAS

Adalah kemampuan campuran perkerasan aspal untuk



menyesuaikan diri terhadap gerakan yang sedikit demi sedikit dari pondasi dan subgrade. Penurunan (*settlement*) pada timbunan kadang-kadang terjadi. Jadi, hampir tidak mungkin untuk meningkatkan kepadatan subgrade selama pelaksanaan karena bagian dari perkerasan cenderung untuk menurun akibat lalu lintas. Oleh karena itu, perkerasan aspal mampu menyesuaikan diri (melentur) terhadap penurunan tanpa mengalami pecah (*crack*). Umumnya fleksibilitas dari campuran perkerasan aspal ditingkatkan dengan kadar aspal tinggi dan gradasi agregat yang terbuka.

2.3.3.4. KETAHANAN LELAH

Adalah kemampuan perkerasan aspal untuk melentur berulang-ulang akibat beban produk tanpa mengalami pecah. Hasil test menunjukkan bahwa kuantitas aspal adalah penting sekali bila mempertimbangkan ketahanan lelah dari campuran perkerasan. Semakin tinggi kadar aspal semakin tinggi pula ketahanan lelahnya. Campuran yang bergradasi rapat mempunyai ketahanan lelah lebih tinggi daripada yang bergradasi terbuka.

2.3.3.5. SKID RESISTANCE

Adalah kemampuan perkerasan aspal membentuk permukaan aspal yang mempunyai cukup kekasaran terhadap geseran roda sehingga roda dapat berhenti

pada jarak yang diinginkan (waktu mengerem) atau untuk mencegah slip pada tikungan-tikungan dan pada waktu hujan.

2.3.3.6. KEDAP AIR

Adalah ketahanan suatu perkerasan aspal terhadap rembesan air dan udara ke dalam atau melalui perkerasan. Jika kandungan rongga udara merupakan indikasi kerentanan terhadap air dan udara dari campuran perkerasan yang padat, atau lebih tepatnya hubungan antara rongga udara dan pengaruhnya terhadap permukaan. Kekedapan terhadap air dan udara adalah sangat penting jika ditinjau dari segi keawetan campuran perkerasan aspal.

2.3.3.7. WORKABILITAS

Adalah kemudahan campuran aspal untuk dihampar dan dipadatkan. Dengan rencana yang baik dan penggunaan mesin penghampar, workabilitas ini tidak menjadi masalah. Kadang-kadang sifat-sifat agregat yang mendukung stabilitas tinggi mengakibatkan campuran aspal yang mengandung agregat ini sulit untuk dihampar atau dipadatkan.

2.3.4. PEMAKAIAN BAHAN ADDITIVE CHEMCRETE

Pemakaian bahan additive Chemcrete dalam Tugas ini

dimaksudkan untuk memperbaiki sifat campuran apabila ada yang tidak memenuhi persyaratan sebagai campuran aspal beton. Dalam penelitian sebelumnya penambahan bahan additive ini dapat meningkatkan mutu campuran perkerasan aspal (M. Soelaksono, 1991).

Chemcrete modifier adalah cairan yang mengandung katalis dan berbentuk larutan minyak. Apabila bahan ini dicampur dengan aspal, akan terjadi reaksi polymer yang dapat meningkatkan kekuatan campuran perkerasan tersebut. Fungsi Chemcrete dalam campuran aspal antara lain :

1. Mengurangi sifat aspal yang sensitif terhadap temperatur.
2. Menaikkan kekuatan campuran pada suhu tinggi.
3. Memperbaiki stabilitas.
4. Meningkatkan ketahanan terhadap proses oksidasi.
5. Meningkatkan daya lekat sehingga tahan terhadap stripping.

permukaan, gradasi agregat, bentuk partikel, kepadatan campuran dan jumlah aspal. Hal ini merupakan gabungan antara ketahanan terhadap geser dan ketahanan *interlocking* antar agregat dalam campuran.

Ketahanan terhadap geser meningkat karena kekasaran permukaan partikel agregat dan luas bidang kontak partikel. Ketahanan *interlocking* bergantung pada ukuran dan bentuk partikel. Pada beberapa agregat, stabilitas meningkat karena kepadatan dari partikel-partikel, dimana dicapai dengan gradasi rapat dan pemadatan yang memadai. Aspal yang berlebihan dalam campuran cenderung melumasi partikel agregat dan menurunkan gaya geser dalam susunan batuanannya.

Kohesi dapat diartikan sebagai gaya ikat, yaitu sifat aspal sendiri dalam campuran perkerasan. Aspal memelihara tekanan-tekanan yang terjadi antar partikel agregat. Variasi kohesi secara langsung dipengaruhi oleh nilai beban, luas pembebanan dan viskositas aspal bukan karena temperatur. Kohesi meningkat seiring dengan meningkatnya kandungan aspal sampai kadar yang maksimum, dan akan menurun setelah itu.

- Stability

- Flow

- Void in Mix

- Void Filled with Asphalt

- Marshall Quotient

Dari grafik hubungan masing-masing parameter di atas dengan masing-masing kadar aspal dalam campuran, kemudian dengan persyaratan campuran yang telah ditentukan akan diperoleh prosentase kadar aspal optimum.

Density

Yang dimaksud dengan density disini adalah kepadatan campuran dari benda uji yang telah dipadatkan dalam satuan Mg/m^3 ($126/\text{ft}^3$). Diperoleh dari berat jenis benda uji dikalikan dengan berat jenis air $1,0 \text{ Mg/m}^3$ ($62,4 \text{ lb/ft}^3$).

Stability

Pemeriksaan stabilitas dilakukan dengan pengukuran penekanan benda uji hingga hancur. Oleh karena itu sebelum dilakukan penggetesan stabilitas terlebih dahulu dilakukan penimbangan dan pengukuran volume.

Flow

Pemeriksaan flow dilakukan untuk mengetahui

BAB III

KEGIATAN DI LABORATORIUM

3.1. PERSIAPAN BAHAN

Bahan- bahan yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Agregat Batu Kapur Tuban

Ada 3 macam yaitu : - agregat kasar
- agregat halus
- filler

2. Aspal minyak Pen 60/70

3. Bahan additive Chemcrete

4. Bahan-bahan penunjang untuk pemeriksaan agregat dan pemeriksaan aspal.

3.2. URUTAN KEGIATAN DI LABORATORIUM

Kegiatan yang dilakukan di laboratorium adalah sebagai berikut :

1. Pemeriksaan bahan, meliputi :

- pemeriksaan agregat kasar, halus dan filler
- pemeriksaan aspal

2. Perancangan komposisi campuran

3. Pembuatan benda uji

4. Pemeriksaan campuran dengan tes Marshall

3.2.1. PEMERIKSAAN BAHAN

Pemeriksaan bahan meliputi pemeriksaan terhadap agregat (kasar, halus dan filler) dan pemeriksaan terhadap aspal. Cara pemeriksaan terhadap masing-masing bahan tersebut telah dijelaskan pada Bab 2.

3.2.2. PERANCANGAN KOMPOSISI CAMPURAN

Perancangan komposisi campuran bertujuan untuk menentukan prosentase kadar aspal dan prosentase masing-masing jenis agregat.

Untuk menentukan besarnya prosentase masing-masing agregat, dicari melalui diagram pembagian butir bahan mineral yang memenuhi spesifikasi Bina Marga yaitu nomor campuran I (gradasi kasar), nomor campuran III (gradasi rapat) dan nomor campuran IX (gradasi rapat). Alasan memilih ketiga macam campuran tersebut adalah karena ketiganya termasuk dalam golongan campuran yang diperuntukkan bagi lapisan permukaan saja. Juga ketiga campuran tersebut dianggap dapat mewakili macam-macam campuran yang ada. Spesifikasi masing-masing nomor campuran dapat dilihat pada Gambar 3.1, 3.2 dan 3.3.

DIAGRAM PEMBAGIAN BUTIR BAHAN MINERAL

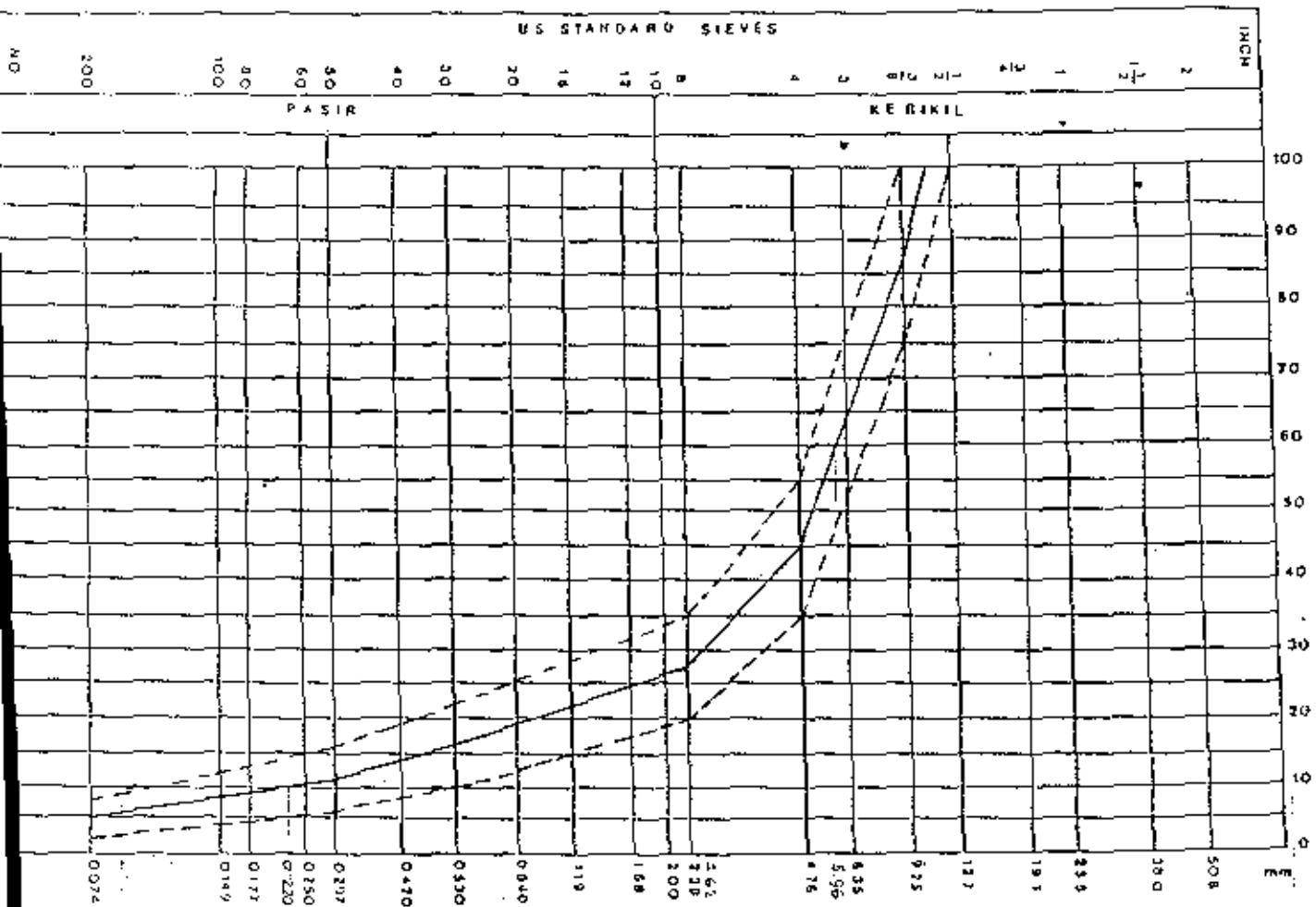


DIAGRAM PEMBAGIAN BUTIR BAHAN MINERAL

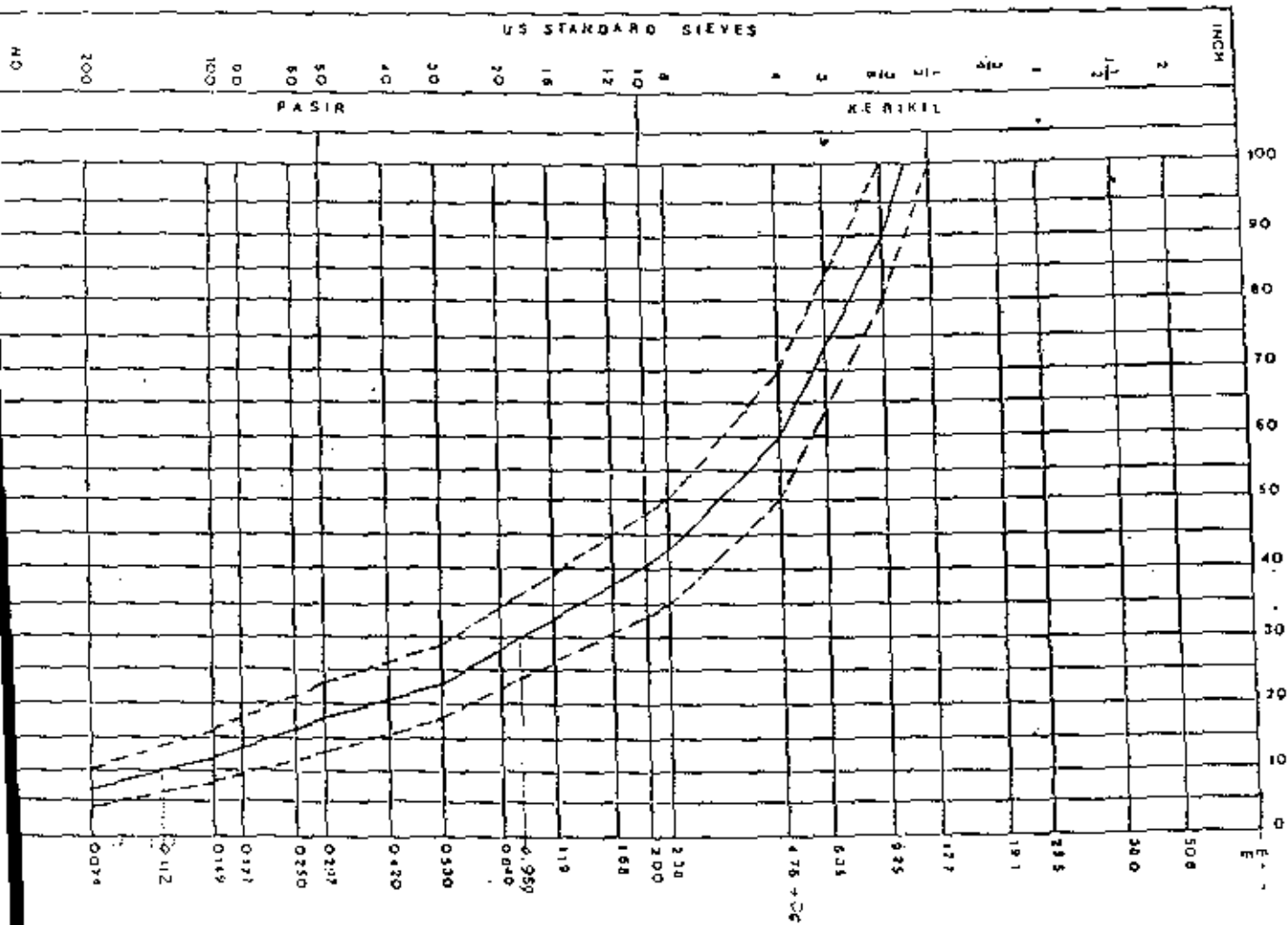
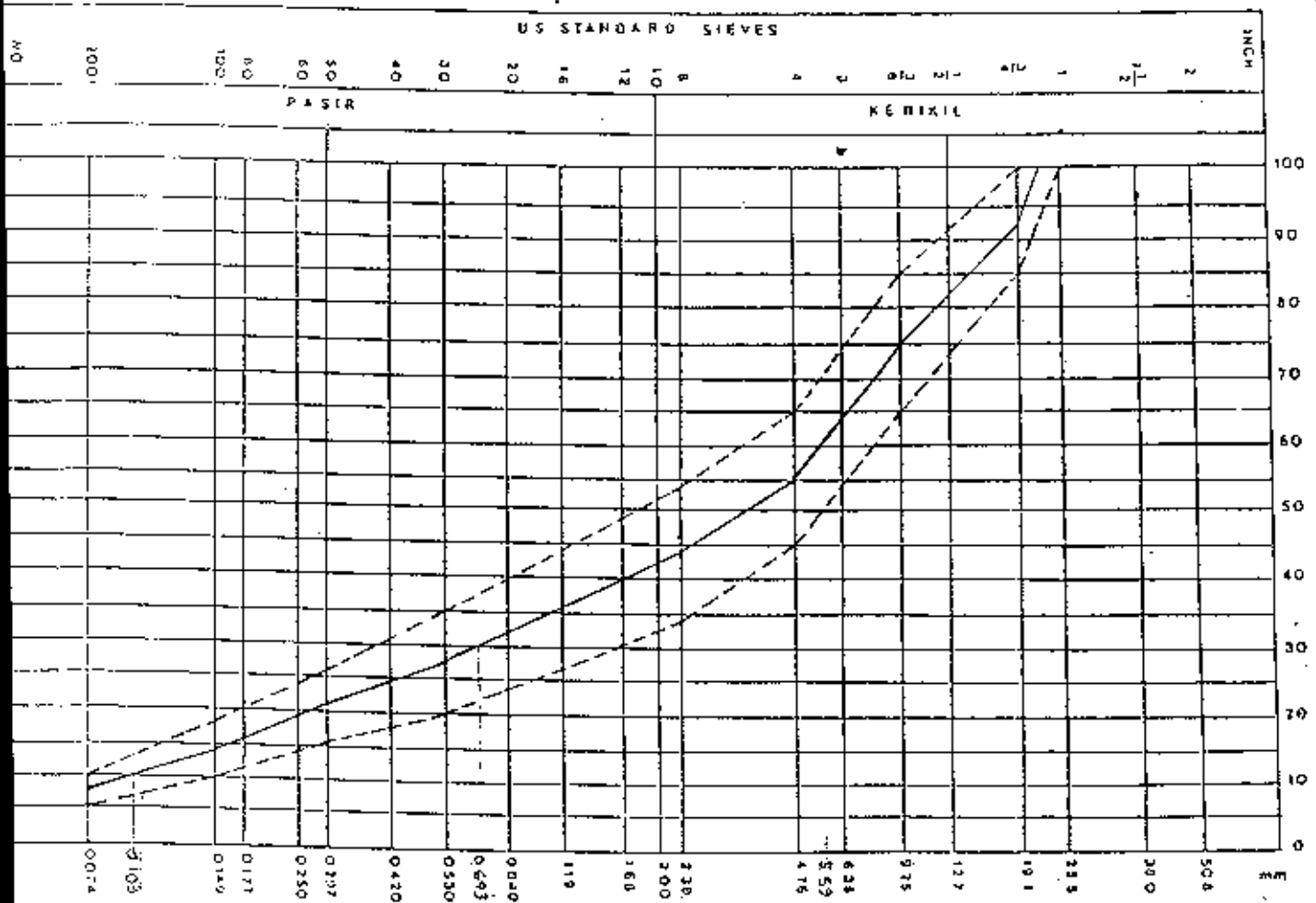


DIAGRAM PEMBAGIAN BUTIR BAHAN MINERAL



Gambar 3.3. Spesifikasi Campuran No. IX

Dalam tugas akhir ini dipilih komposisi agregat yang terletak di tengah spec. (mid spec) dengan maksud apabila ada ketidaktepatan dalam pelaksanaan diharapkan masih memenuhi spec. yang ada. Komposisi campuran dibuat untuk mendapatkan benda uji seberat \pm 1200 gr dengan diameter 10 cm dan tinggi \pm 63,5 mm. Prosentase kadar aspal ditentukan sebanyak minimum 5 macam kadar aspal mulai 4 % sampai 8 % dengan kenaikan 0,5 %. Komposisi campuran untuk masing-masing gradasi dapat dilihat pada Tabel 3.1, 3.2, dan 3.3.

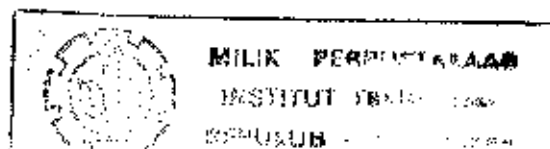
Untuk campuran yang tidak memenuhi persyaratan (setelah dilakukan pemeriksaan Marshall) dilakukan penanganan tersendiri yaitu dicoba dengan menambahkan bahan additive Chemcrete. Dengan menambahkan bahan additive dalam aspal diharapkan sifat-sifat campuran dapat memenuhi persyaratan. Komposisi campuran No. 1 yang menggunakan bahan additive ini dapat dilihat pada Tabel 3.4.

3.2.3. PEMBUATAN BENDA UJI

Benda uji untuk masing-masing gradasi dibuat sebanyak dua buah untuk masing-masing kadar aspal. Karena ada lima macam kadar aspal yang digunakan maka jumlah benda uji untuk masing-masing gradasi adalah sepuluh buah.

Pembuatan benda uji dilakukan sesuai dengan MPBJ PC-0201-76 sebagai berikut :

1. Disiapkan masing-masing agregat sesuai dengan Tabel 3.1, Tabel 3.2, Tabel 3.3 dan Tabel 3.4.
2. Agregat dipanaskan sampai suhu 145°C .
3. Aspal dipanaskan sampai suhu $\pm 110^{\circ}\text{C}$ dan dituangkan ke dalam agregat yang telah panas sesuai dengan yang dibutuhkan.
Untuk campuran yang menggunakan bahan additive Chemcrete, sebelum aspal dituangkan ke dalam agregat panas, terlebih dahulu aspal dicampur dengan Chemcrete dalam kondisi panas $\pm 110^{\circ}\text{C}$ dengan komposisi sesuai pada Tabel 3.4.
4. Campuran diaduk merata sambil dipanaskan sampai suhu pengadukan 160°C .
5. Kemudian campuran dimasukkan ke dalam cetakan dan dirojak sebanyak 15 kali di sekeliling pinggirannya dan 10 kali di bagian dalamnya.
6. Cetakan diletakkan di atas landasan pemadat dan dipadatkan sebanyak 75 kali untuk masing-masing sisi permukaan (2×75

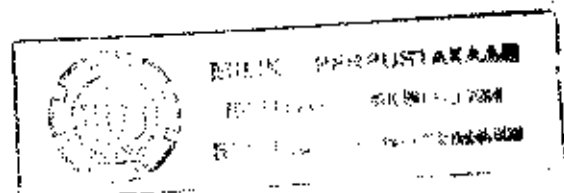


tumbukan).

7. Sesudah pemadatan, benda uji dikeluarkan dan dibiarkan selama 24 jam (1 hari) pada suhu ruang.

3.2.4. PEMERIKSAAN CAMPURAN DENGAN TES MARSHALL

1. Benda uji dibersihkan dari kotoran-kotoran yang menempel.
2. Benda uji diukur dengan ketelitian 0,1 mm dan ditimbang.
3. Direndam dalam air kira-kira 24 jam pada suhu ruang dan ditimbang dalam air untuk mendapatkan isi. Untuk benda uji yang berpori besar sebelum ditimbang dalam air benda uji dilapisi dengan parafin. Kemudian benda uji ditimbang dalam kondisi kering permukaan jenuh (khusus untuk benda uji yang tidak dilapisi parafin).
4. Benda uji direndam dalam waterbath selama 30 sampai 40 menit pada suhu 60°C . Untuk benda uji yang dilapisi dengan parafin sebelum direndam, parafin dihilangkan terlebih dahulu.
5. Benda uji dites dengan mesin tekan untuk mendapatkan stabilitas dan flow. Waktu



yang diperlukan pada saat diangkatnya benda uji dari waterbath sampai tercapainya beban maksimum tidak boleh melebihi 30 detik.

Tabel 3.1. KOMPOSISI CAMPURAN (NO. CAMPURAN I)

Berat contoh (gr)			1200.00	1200.00	1200.00	1200.00	1200.00
Kadar Aspal (%)			4.50	5.00	5.50	6.00	6.50
Berat Aspal (gr)			54.00	60.00	66.00	72.00	78.00
Berat Agregat (gr)			1146.00	1140.00	1134.00	1128.00	1122.00
Saringan		%					
Lolos	Tertahan						
1/2"	3/8"	12.50	143.25	142.50	141.75	141.00	140.25
3/8"	No. 4	42.50	467.06	464.50	461.95	479.40	476.85
No. 4	No. 8	17.50	200.55	199.50	198.45	197.40	196.35
No. 8	No. 30	11.50	131.79	131.10	130.41	129.72	129.03
No. 30	No. 50	5.00	57.30	57.00	56.70	56.40	56.10
No. 50	No. 100	3.00	34.38	34.20	34.02	33.84	33.66
No. 100	No. 200	3.00	34.36	34.20	34.02	33.84	33.66
No. 200	pan	5.00	57.30	57.00	56.70	56.40	56.10

Tabel 3.2. KOMPOSISI CAMPURAN (NO. CAMPURAN III)

Berat contoh (gr)			1200.00	1200.00	1200.00	1200.00	1200.00
Kadar Aspal (%)			5.00	5.50	6.00	6.50	7.00
Berat Aspal (gr)			60.00	66.00	72.00	78.00	84.00
Berat Agregat (gr)			1140.00	1134.00	1128.00	1122.00	1116.00
Saringan		%					
Lolos	Tertahan						
1/2"	3/8"	10.00	114.00	113.40	112.80	112.20	111.60
3/8"	No.4	30.00	342.00	340.20	338.40	336.60	334.80
No.4	No.8	17.50	199.50	198.45	197.40	196.35	195.30
No.8	No.30	19.00	216.60	215.46	214.32	213.18	212.04
No.30	No.50	5.50	62.70	62.37	62.04	61.71	61.38
No.50	No.100	6.00	68.40	68.04	67.68	67.32	66.96
No.100	No.200	5.00	57.00	56.70	56.40	56.10	55.80
No.200	pan	7.00	79.80	79.38	78.96	78.54	78.12

Tabel 3.3. KOMPOSISI CAMPURAN (NO. CAMPURAN IX)

Berat contoh (gr)			1200.00	1200.00	1200.00	1200.00	1200.00
Kadar Aspal (%)			5.00	5.50	6.00	6.50	7.00
Berat Aspal (gr)			60.00	66.00	72.00	78.00	84.00
Berat Agregat (gr)			1140.00	1134.00	1128.00	1122.00	1116.00
Saringan		%					
Lolos	Tertahan						
1"	3/4"	7.50	85.50	85.05	84.60	84.15	83.70
3/4"	3/8"	17.50	198.50	198.45	197.40	196.35	195.30
3/8"	No. 4	20.00	228.00	226.80	225.60	224.40	223.20
No. 4	No. 8	11.00	125.40	124.74	124.08	123.42	122.76
No. 8	No. 30	16.50	188.10	187.11	186.12	185.13	184.14
No. 30	No. 50	6.50	74.10	73.71	73.32	72.93	72.54
No. 50	No. 100	7.00	79.50	79.32	78.98	78.64	78.12
No. 100	No. 200	6.50	74.10	73.71	73.32	72.93	72.54
No. 200	pan	7.50	85.50	85.05	84.60	84.15	83.70

BAB IV

RINGKASAN HASIL PEMERIKSAAN DI LABORATORIUM

4.1. HASIL PEMERIKSAAN AGREGAT

Pemeriksaan agregat meliputi pemeriksaan terhadap agregat kasar dan agregat halus serta filler. Adapun ukuran-ukuran agregat kasar, agregat halus dan filler adalah sebagai berikut :

1. Agregat kasar, semua material yang tertahan saringan No. 8 (2,36 mm).
2. Agregat halus, semua material yang lolos saringan No. 8 dan tertahan saringan No. 200.
3. Filler, semua material yang lolos saringan No. 200.

Selanjutnya hasil pemeriksaan masing-masing agregat dari batu kapur Tuban ini dapat dilihat pada Tabel 4.1, Tabel 4.2 dan Tabel 4.3.

Dari hasil perhitungan nilai koefisien keseragaman (Cu) dan koefisien gradasi (Cc) masing-masing campuran diperoleh :

Campuran No. 1 \Rightarrow Cu = 27.1
 \Rightarrow Cc = 5.24

Campuran No III \Rightarrow Cu = 42.5

\Rightarrow Cc = 1.725

Campuran No. IX \Rightarrow Cu = 54.27

\Rightarrow Cc = 0.83

Tabel 4.1. Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar Batu Kapur Tuban

Jenis Pemeriksaan	Cara Pemeriksaan	Hasil
1. Gradasi	PB.0201-78	
2. Kekerasan	PB.0206-78	31.78 %
3. Kelekatan tnd aspal	PB.0205-78	>95 %
4. Indeks Kepipihan	BS 812-1987	15 %
5. Bentuk Butir	Visual	>50 %
6. Absorberi	PB.0202-78	2.05 %
7. Berat Jenis Semu	PB.0202-78	2.505
8. Gumpalan Lempung	AASHTO T 112	0.27 %
9. Bagian batu yang lunak	AASHTO T 150	1.108 %

Tabel 4.2. Hasil Pemeriksaan Agregat Halus Batu Kapur Tuban

Jenis Pemeriksaan	Cara Pemeriksaan	Hasil
1. Bentuk Butir	Visual	Sama
2. Nilai Sand Equivalent	AASHTO T 178	83.285 %
3. Berat Jenis Semu	PB.0202-78	2.882
4. Absorpsi	PB.0203-78	3.951 %

Tabel 4.3. Hasil Pemeriksaan Filler Batu Kapur Tuban

Jenis Pemeriksaan	Cara Pemeriksaan	Hasil
1. Gradasi :	PB.0201-78	
Ukuran Saringan :		
No. 30		100 %
No. 50		100 %
No. 100		100 %
No. 200		100 %
2. Kadar air		kering
3. Kebersihan		bersih

4.2. HASIL PEMERIKSAAN ASPAL

Hasil pemeriksaan aspal keras yang digunakan dalam Tugas Akhir ini dapat dilihat pada Tabel 4.4 berikut ini.

Tabel 4.4. Hasil Pemeriksaan Aspal Keras Pen 60/70

Jenis Pemeriksaan	Cara Pemeriksaan	Hasil
1. Penetrasi	PA.0301-78	68
2. Titik Lembek	PA.0302-78	51.5 °C
3. Titik Nyala	PA.0303-78	335 °C
4. Kehilangan Berat	PA.0304-78	0.35 %
5. Kelarutan dlm CCl ₄	PA.0305-78	88.5 %
6. Daktilitas	PA.0306-78	133 cm
7. Penetrasi setelah kehilangan berat	PA.0301-78	54
8. Berat Jenis	PA.0307-78	1.038 gr/cc



4.3. HASIL PEMERIKSAAN CAMPURAN DENGAN TES MARSHALL

Pemeriksaan campuran dengan tes Marshall dilakukan dua macam, yaitu :

1. Penimbangan benda uji, dilakukan untuk mendapatkan nilai-nilai :
 - rongga dalam campuran (*Air Voids*),
 - rongga terisi aspal (*Void Filled with Asphalt*), dan
 - kepadatan (*Density*).
2. Pembebanan benda uji, dilakukan untuk mendapatkan nilai-nilai :
 - stabilitas
 - flow dan
 - Marshall Quotient ($\frac{\text{stabilitas}}{\text{flow}}$).

Hasil pemeriksaan campuran dengan tes Marshall ini dapat dilihat pada :

- Tabel 4.5, Tabel 4.6 dan Tabel 4.7 , masing-masing adalah hasil pemeriksaan untuk campuran No. I, III dan IX dengan seluruh agregat dari batu kapur Tuban.
- Tabel 4.8 adalah hasil pemeriksaan untuk campuran No. I dengan bahan additive Chemcrete pada aspal kerasnya.

RINGKASAN HASIL PEMERIKSAAN

Tabel 4.5. Hasil Pemeriksaan Campuran No. I

Kadar Aspal (%)	Density (gr/cc)	Rongga dalam Campuran (%)	Rongga terisi Aspal (%)	Stabilitas (kg)	Flow (mm)	Marshall Quotient (kN/mm)
4.5	2.15	6.68	57.83	661.25	3.90	2.22
	2.14	7.62	54.93	1060.40	3.40	3.06
5.0	2.13	7.55	57.81	1186.50	4.60	2.55
	2.12	7.63	56.84	1322.38	4.10	3.16
5.5	2.14	8.53	63.44	1043.47	5.60	1.83
	2.15	5.74	66.57	1278.13	4.40	2.85
8.0	2.17	4.54	73.43	1099.66	5.90	1.83
	2.14	5.87	68.82	1226.73	4.50	2.87
6.5	2.16	4.09	76.66	1072.87	6.20	1.70
	2.18	3.36	60.27	1087.39	5.80	1.85

Tabel 4.6. Hasil Pemeriksaan Campuran No. III

Kadar Aspal (%)	Density (gr/cc)	Rongga dalam Campuran (%)	Rongga terisi Aspal (%)	Stabilitas (kg)	Flow (mm)	Marshall Quotient (kN/mm)
5.0	2.18	5.14	67.18	1696.64	3.30	5.04
	2.21	3.93	73.08	1725.70	3.05	5.55
5.5	2.23	2.40	63.13	2366.85	3.12	7.53
	2.24	2.10	84.68	2397.04	3.65	6.44
6.0	2.24	1.35	80.57	1848.18	3.15	5.75
	2.28	0.65	85.24	1887.63	3.18	6.13
6.5	2.25	0.44	86.96	2068.57	4.10	4.95
	2.25	0.37	87.44	1807.75	3.30	5.37
7.0	2.24	0.05	88.65	1384.04	4.90	2.79
	2.24	0.11	89.27	1587.41	5.10	3.05

TUGAS AKHIR

IV - 8
MILIK PERPUSTAKAAN
INSTITUT TEKNOLOGI
SURABAYA - KUPENING

Tabel 4.7. Hasil Pemeriksaan Campuran No. IX

Kadar Aspal (%)	Density (gr/cc)	Rongga dalam Campuran (%)	Rongga terisi Aspal (%)	Stabilitas (kg)	Flow (mm)	Marshall Quotient (kN/mm)
5.0	2.12	7.78	56.77	2303.77	3.86	6.14
	2.14	6.81	60.30	2452.89	3.20	7.52
5.5	2.21	3.40	77.51	2858.96	3.73	7.78
	2.17	4.62	70.53	3021.05	2.88	10.28
6.0	2.18	4.18	75.18	2350.53	3.40	6.78
	2.22	2.30	84.79	2734.12	3.81	7.43
6.5	2.23	1.35	91.18	2342.89	5.11	4.50
	2.20	2.42	85.08	2178.50	5.20	4.10
7.0	2.22	0.99	93.82	2032.60	4.85	4.29
	2.23	0.52	96.85	2088.57	4.07	4.88

Tabel 4.8. Hasil Pemeriksaan Campuran No. I + Additive Chemcrete

Kadar Aspal (%)	Density (gr/cc)	Rongga dalam Campuran (%)	Rongga terisi Aspal (%)	Stabilitas (kg)	Flow (mm)	Marshall Quotient (kN/mm)
4.5	2.12	8.38	52.38	1687.53	3.58	4.58
	2.14	7.82	54.92	1725.70	3.85	4.64
5.0	2.14	6.74	60.54	1950.30	3.75	5.10
	2.18	6.06	63.28	2203.38	3.15	6.86
5.5	2.15	5.66	68.81	1979.80	5.00	3.88
	2.14	6.47	63.69	2050.10	5.73	3.51
6.0	2.16	4.73	72.61	1818.07	5.35	3.33
	2.17	4.32	74.42	1837.58	5.50	3.28
6.5	2.18	3.51	78.54	1712.78	6.95	2.42
	2.18	3.21	81.01	1755.82	6.83	2.52

BAB V

ANALISA HASIL PEMERIKSAAN DI LABORATORIUM

5.1. ANALISA HASIL PEMERIKSAAN AGREGAT

Hasil pemeriksaan terhadap agregat kasar dan halus batu kapur Tuban ini pada beberapa bagian seperti pada hasil pemeriksaan di Bab IV dapat dikatakan masih memenuhi persyaratan sebagai agregat aspal beton dimana hal tersebut sebagian masih sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan oleh Direktorat Jenderal Bina Marga.

Untuk agregat kasar, batu kapur Tuban secara teknis masih memenuhi persyaratan untuk campuran pengaspalan, namun untuk agregat halus penyerapan terhadap air sedikit melebihi syarat maksimum 3% yaitu sebesar 3,951%. Tingginya tingkat penyerapan agregat halus ini diharapkan tidak akan banyak mempengaruhi persyaratan sebagai campuran aspal beton karena hanya berpengaruh pada banyaknya aspal yang terserap. Kadar aspal yang diserap oleh agregat batu kapur ini ternyata masih dalam batas-batas yang diijinkan.

Dalam segi kemudahan mendapatkan agregat halus memang menemui sedikit kesulitan karena untuk agregat dengan ukuran No.50 sampai No.200 (ukuran pasir) tidak

terdapat di quarry sebagaimana batu hitam.

Gumpalan lempung agregat kasar batu kapur Tuban ini sedikit tidak memenuhi persyaratan, karena melebihi syarat maksimum 0.25% yaitu sebesar 0.27%. Hal ini dapat mengurangi kelekatan aspal terhadap agregat sehingga dapat menyebabkan hasil campuran yang kurang bagus. Namun dari hasil pemeriksaan Marshall benda uji aspal beton yang terbuat dari agregat batu kapur Tuban ini secara umum sebagian tes campuran masih dapat memenuhi syarat sebagai campuran aspal beton.

Dari hasil pemeriksaan gradasi yaitu nilai koefisien gradasi (Cc), campuran No. I dapat dikatakan sebagai campuran yang bergradasi tidak baik (*poorly graded*). Nilai koefisien gradasi campuran No. I ini melebihi syarat nilai Cc yang antara 1 dan 3 yaitu sebesar 5,24. Maka dari itu yang memenuhi persyaratan untuk digolongkan sebagai campuran bergradasi baik (*well graded*) adalah campuran No. III dan IX. Karena untuk dapat digolongkan sebagai campuran yang *well graded*, nilai C_u harus lebih besar 4 dan nilai Cc terletak antara 1 dan 3.

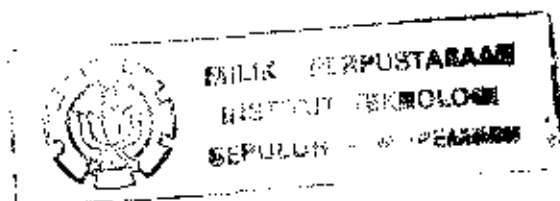
Selanjutnya analisa hasil pemeriksaan batu kapur Tuban sebagai agregat kasar, agregat halus dan filler dapat dilihat pada Tabel 5.1, 5.2 dan 5.3.

Tabel 5.1. Analisa Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar Batu Kapur Tuban

Jenis Pemeriksaan	Cara Pemeriksaan	Persyaratan	Hasil	Keterangan
1. Gredasi	PB.0201-78			
2. Kekerasan	PB.0208-78	maks. 40 %	31.78 %	memenuhi
3. Kelekatan tnd aspal	PB.0205-78	min. 85 %	> 85 %	memenuhi
4. Indeks Kepipihan	BS 812-1987	maks. 25 %	15 %	memenuhi
5. Bentuk Butir	Visual	minimum 50 % agregat harus mempunyai satu bidang pecah	> 50 %	memenuhi
6. Absorpsi	PB.0202-78	maks. 3 %	2.85 %	memenuhi
7. Berat Jenis Semu	PB.0202-78	min. 2.5	2.505	memenuhi
8. Gumpalan Lempung	AASHTO T 112	maks. 0.25 %	0.27 %	tdk memenuhi
9. Bagian batu yang lunak	AASHTO T 150	maks. 5 %	1.198 %	memenuhi

Tabel 5.2. Analisa Hasil Pemeriksaan Agregat Halus Batu Kapur Tuban

Jenis Pemeriksaan	Cara Pemeriksaan	Persyaratan	Hasil	Keterangan
1. Bentuk Butir	Visual	Bidang kasar bersudut tajam	Sama	memenuhi
2. Nilai Sand Equivalent	AASHTO T 176	min. 50 %	93.265 %	memenuhi
3. Berat Jenis Semu	PB.0202-78	min. 2.5	2.692	memenuhi
4. Absorpsi	PB.0202-78	maks. 3 %	3.851 %	tdk memenuhi



Tabel 5.3. Analisa Hasil Pemeriksaan Filler Batu Kapur Tuban

Jenis Pemeriksaan	Cara Pemeriksaan	Persyaratan	Hasil	Keterangan
1. Gradasi :	PB.0201-78	% lolos terhadap berat :		
Ukuran Saringan :				
No. 30		100	100 %	memenuhi
No. 50		95 - 100	100 %	
No. 100		90 - 100	100 %	
No. 200		70 - 100	100 %	
2. Kadar air		maksimum 1 %	kering	memenuhi
3. Kebersihan		harus bebas dari kotoran-kotoran yang tidak baik	bersih	memenuhi

5.2. ANALISA HASIL PEMERIKSAAN ASPAL

Secara umum hasil pemeriksaan aspal keras dengan penetrasi 60/70 ini memenuhi persyaratan teknis sebagai bahan bitumen dalam campuran aspal beton sesuai dengan spesifikasi yang dikeluarkan oleh Direktorat Jenderal Bina Marga. Selengkapnya analisa hasil pemeriksaan aspal dapat dilihat pada Tabel 5.4 berikut ini.

Tabel 5.4. Analisa Hasil Pemeriksaan Aspal Keras Pen 60/70

Jenis Pemeriksaan	Cara Pemeriksaan	Persyaratan		Hasil	Keterangan
		min	max		
1. Penetrasi	PA.0301-76	60	79	66	memenuhi
2. Titik Lembek	PA.0302-76	48 °C	58 °C	51.6 °C	memenuhi
3. Titik Nyala	PA.0303-76	200 °C		335 °C	memenuhi
4. Kehilangan Berat	PA.0304-76		0.4 % berat	0.35 %	memenuhi
5. Kelarutan dlm CCl4	PA.0305-76	99 % berat		99.5 %	memenuhi
6. Daktilitas	PA.0306-76	100 cm		133 cm	memenuhi
7. Penetrasi setelah kehil. berat	PA.0301-76	75 % semula		64	memenuhi
8. Berat Jenis	PA.0307-76	1 gr/cc		1.036 gr/cc	memenuhi

5.3. ANALISA HASIL PEMERIKSAAN CAMPURAN DENGAN METODE MARSHALL

Untuk menganalisa campuran aspal beton dengan menggunakan agregat batu kapur Tuban ini, maka dibuat grafik yang menggambarkan hubungan dari masing-masing parameter hasil pemeriksaan Marshall dengan persen kadar aspal.

5.3.1. KEPADATAN (DENSITY)

Kepadatan campuran akan menurun setelah mencapai kepadatan maksimum seiring dengan bertambahnya kadar aspal dalam campuran. Kepadatan campuran dipengaruhi oleh susunan gradasi agregatnya. Susunan gradasi yang rapat akan menghasilkan kepadatan yang baik. Kepadatan campuran No. III dan campuran No. IX (gradasi rapat)

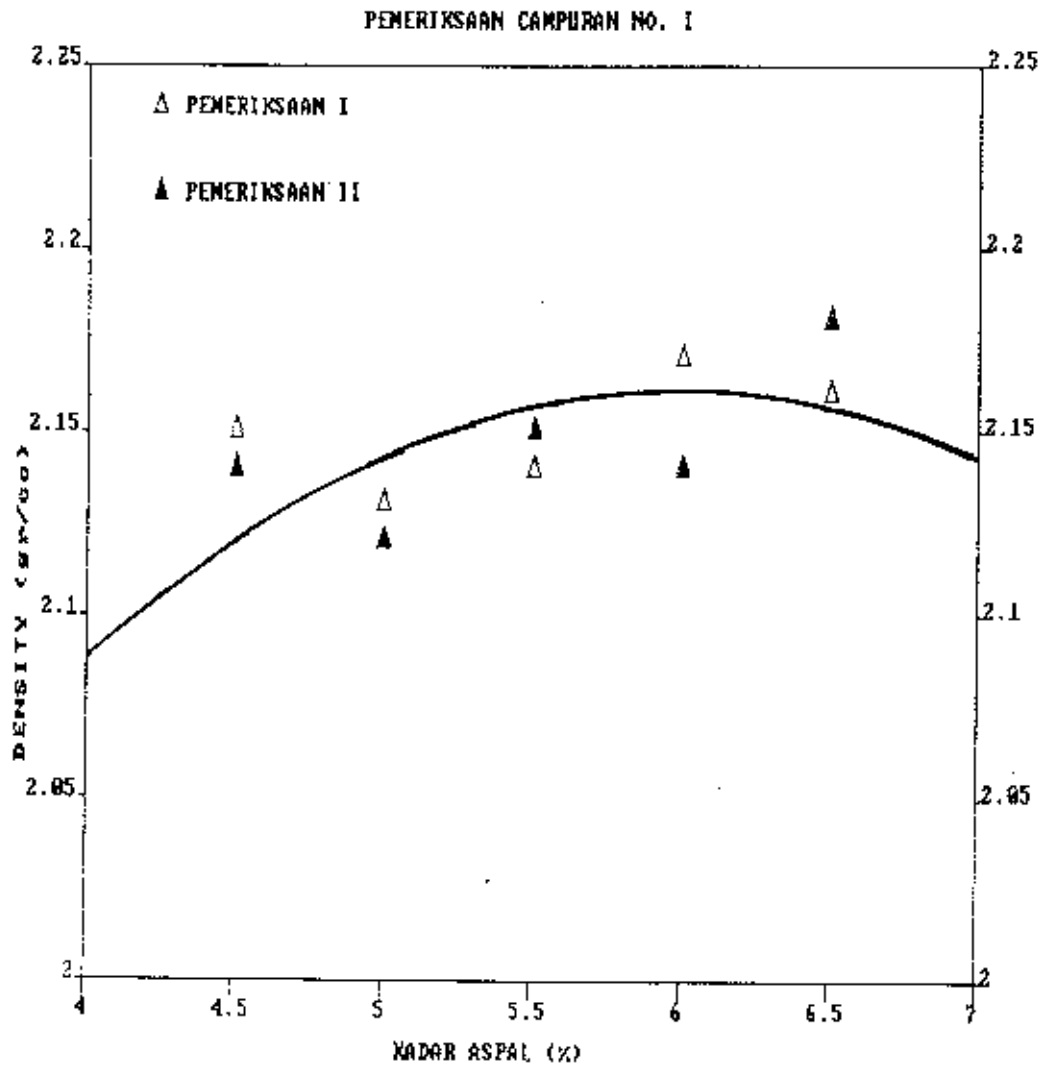
lebih baik dari kepadatan campuran No. I (gradasi kasar). Hasil pemeriksaan Marshall untuk kadar aspal vs kepadatan ini dapat dilihat pada Gambar 5.1, 5.2, 5.3 dan 5.4 untuk masing-masing campuran. Kepadatan maksimum yang dicapai oleh masing-masing campuran dapat dilihat pada Tabel 5.5 berikut.

Tabel 5.5. Analisa Kepadatan (Density)

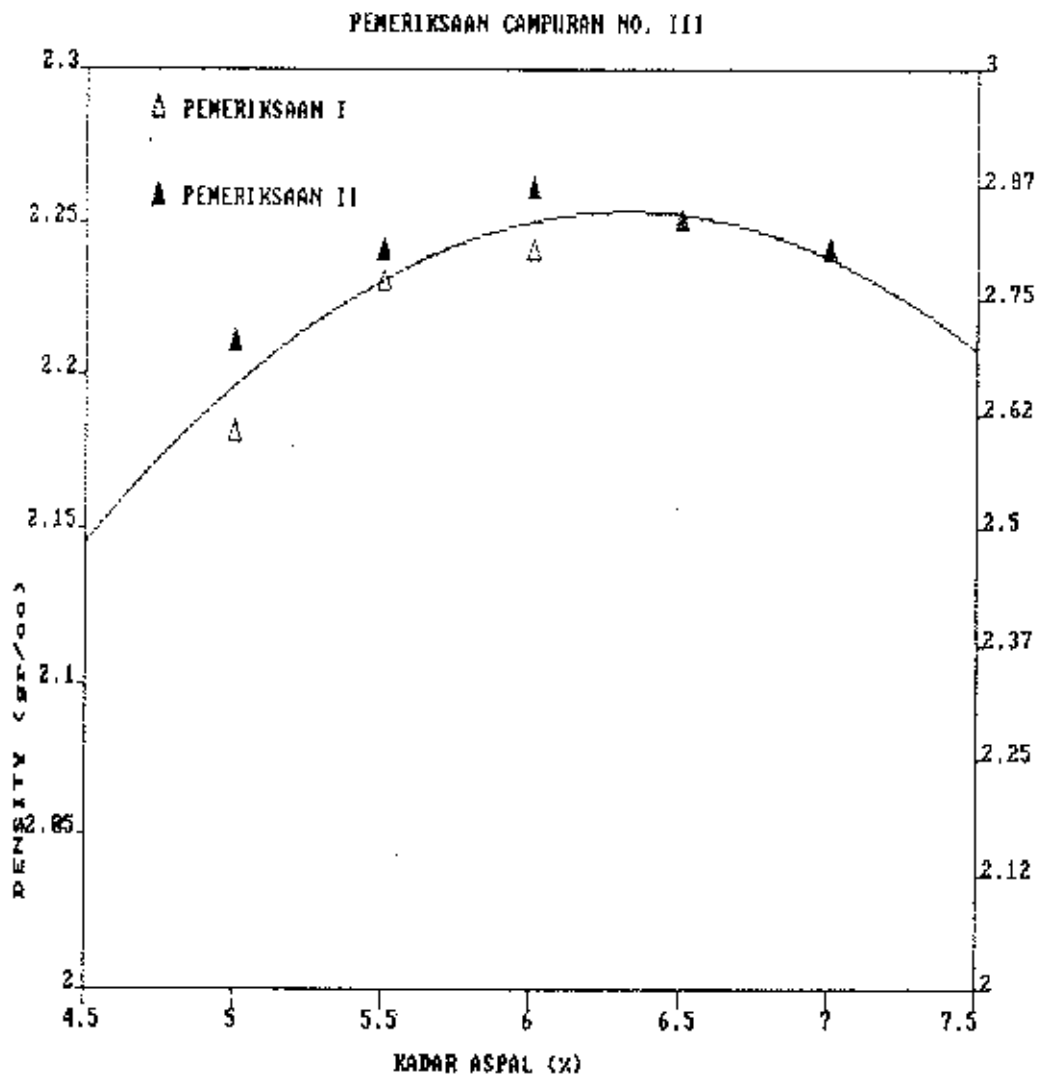
Nomor Campuran	Densitas Maksimum (g/cc)	Keterangan
I	2.18	paling baik
III	2.28	
IX	2.23	
I (plus additive)	2.18	

5.3.2. RONGGA DALAM CAMPURAN (AIR VOID)

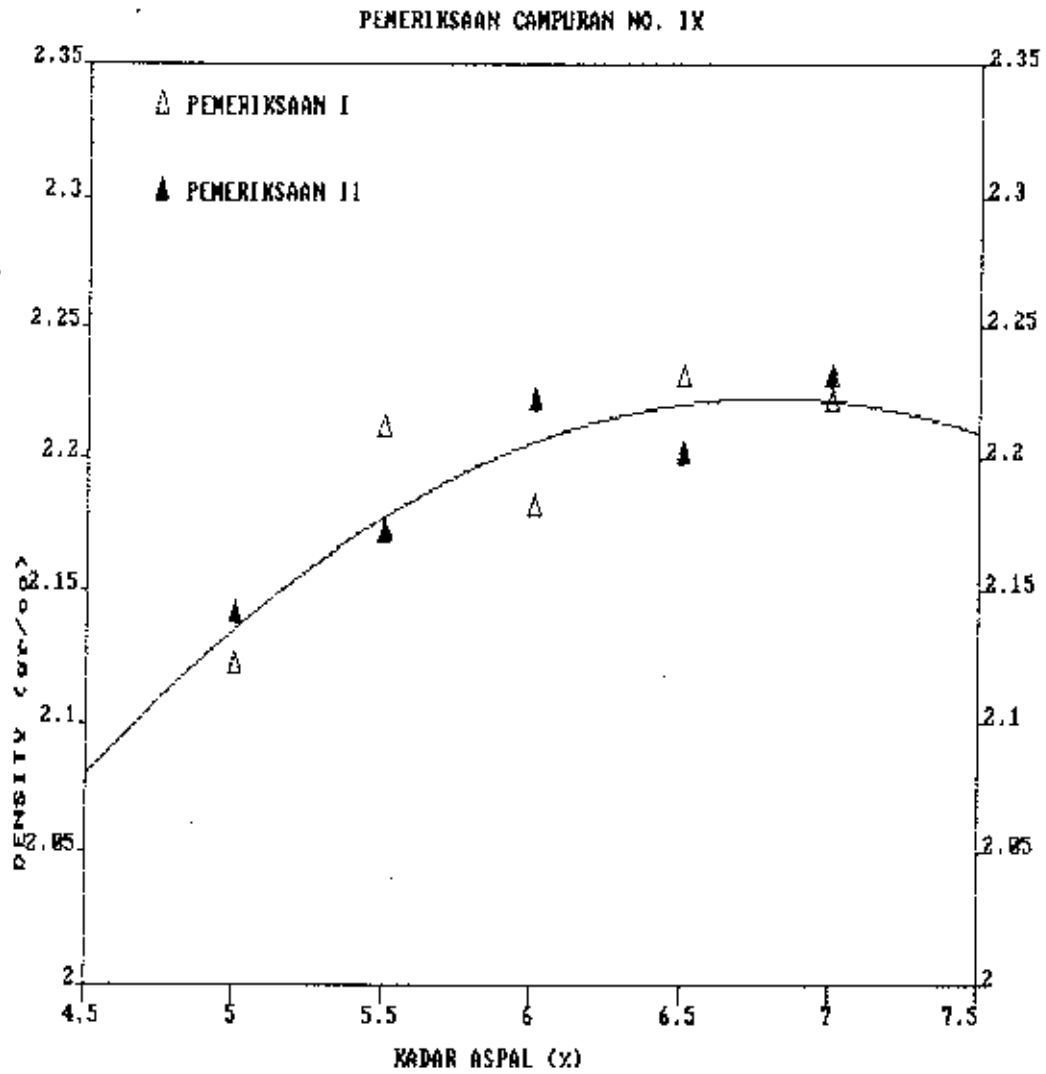
Dari Gambar 5.5 untuk campuran No. I terlihat bahwa persen rongga dalam campuran lebih besar dari campuran No. III dan IX (Gambar 5.6 dan 5.7). Hal ini disebabkan karena susunan gradasi campuran No. I ini termasuk gradasi kasar sehingga mengakibatkan kondisi campuran yang berongga. Rongga dalam campuran yang dicapai oleh masing-masing campuran dapat dilihat pada Tabel 5.6.



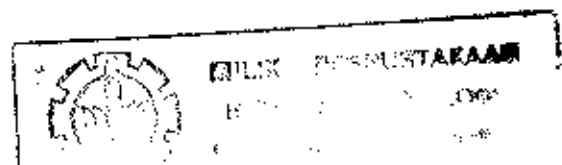
Gambar 5.1. Grafik Hasil Pemeriksaan Marshall Campuran No. 1 (Kadar aspal vs Density)

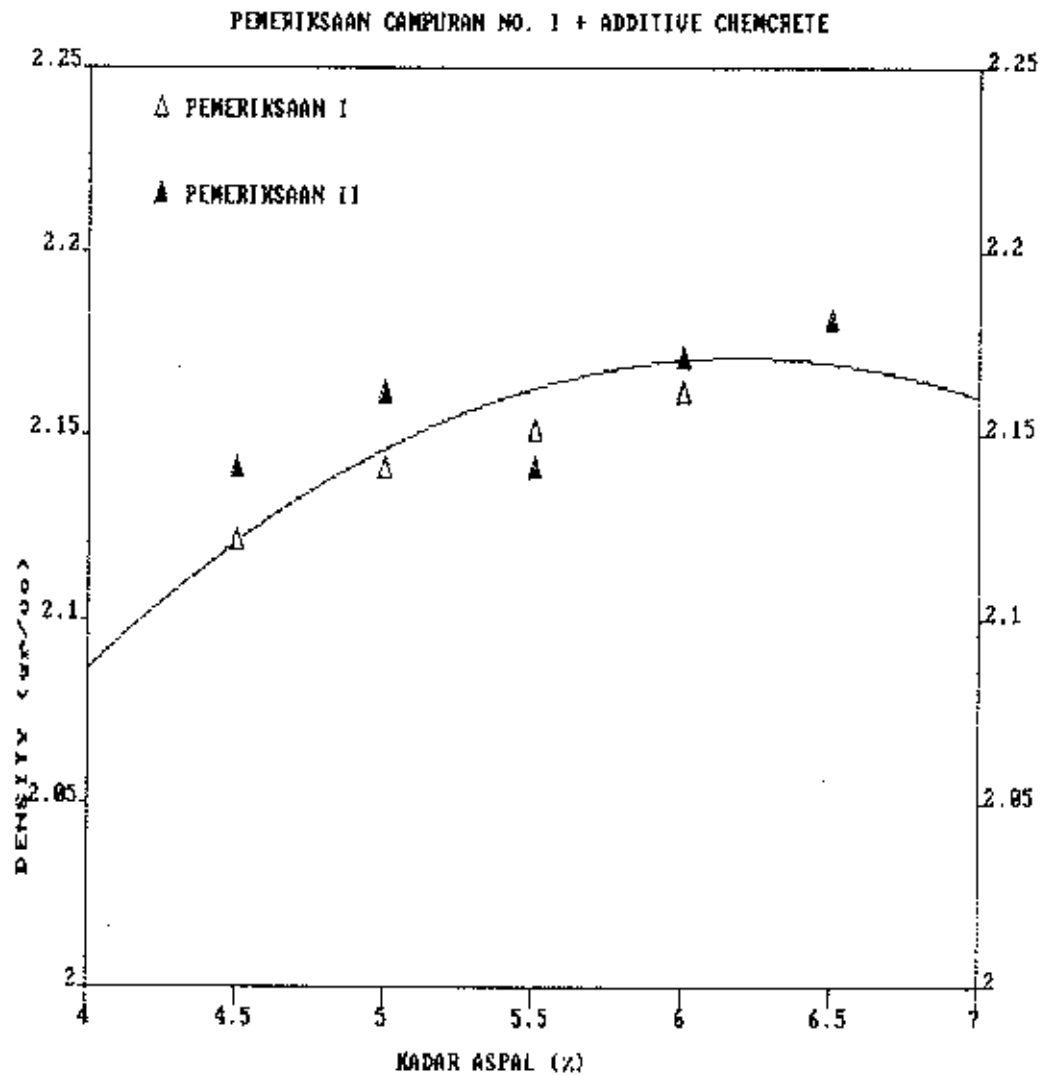


Gambar 5.2. Grafik Hasil Pemeriksaan Marshall Campuran No. III (Kadar aspal vs Density)

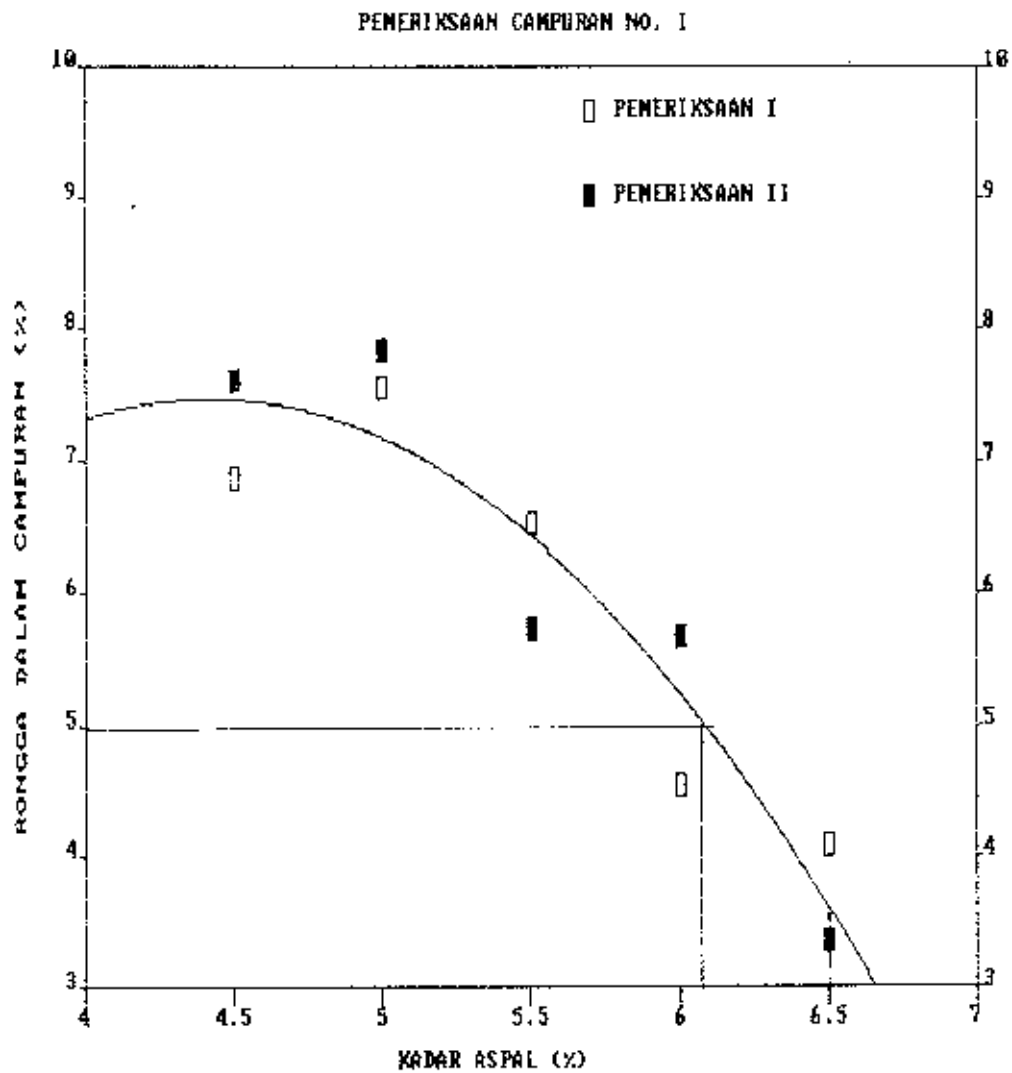


Gambar 5.3. Grafik Hasil Pemeriksaan Marshall Campuran No. IX (Kadar aspal vs Density)

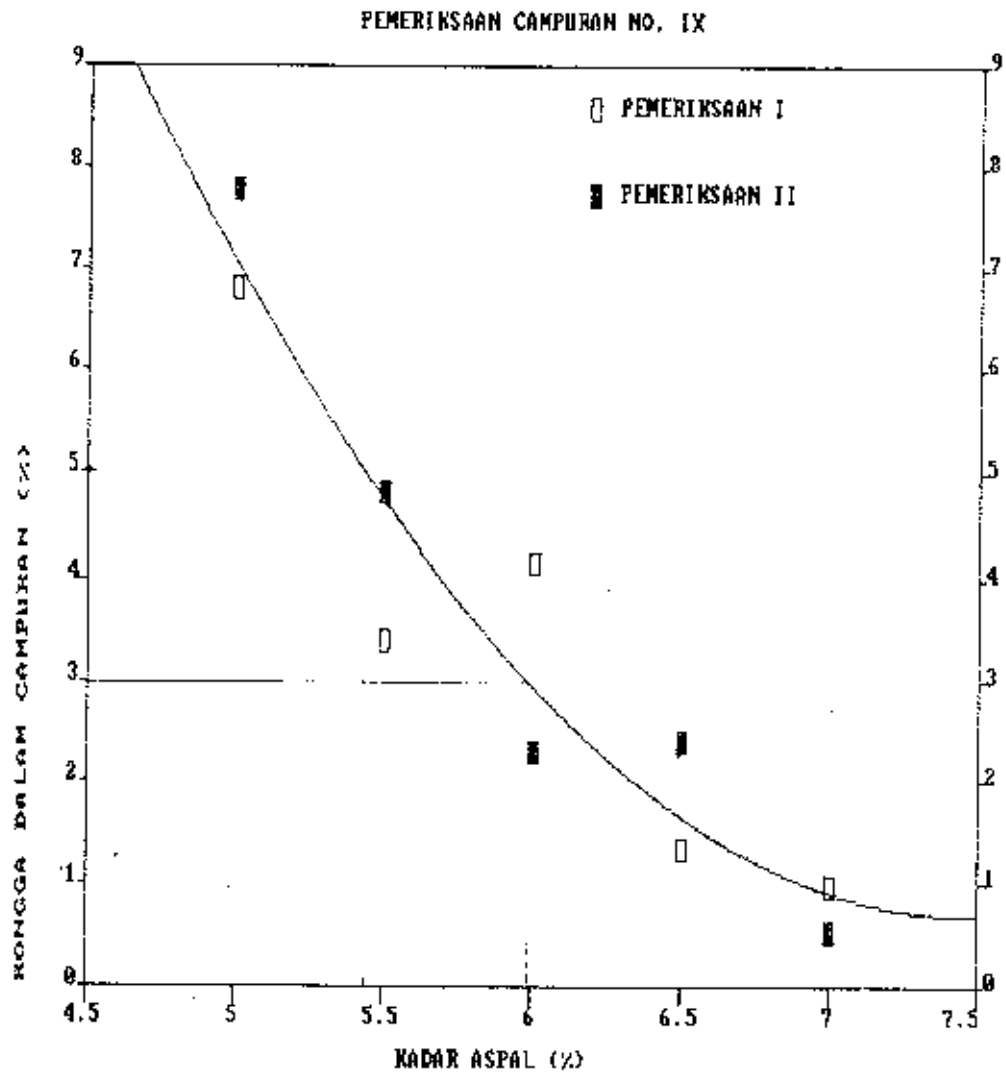




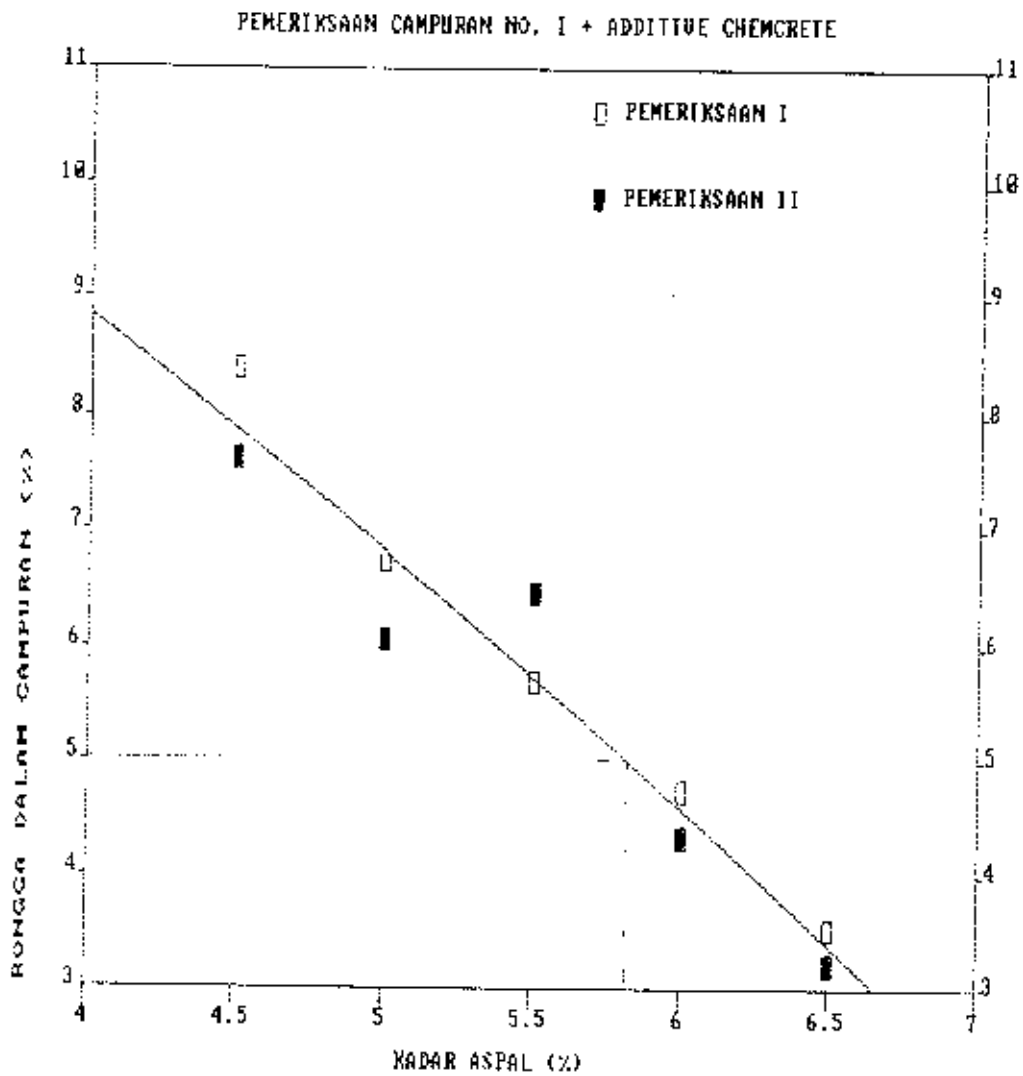
Gambar 5.4. Grafik Hasil Pemeriksaan Marshall Campuran No. I + Chemcrete (Kadar aspal vs Density)



Gambar 5.5. Grafik Hasil Pemeriksaan Marshall Campuran No. I (Kadar aspal vs Rongga dalam campuran)



Gambar 5.7. Grafik Hasil Pemeriksaan Marshall Campuran No. IX (Kadar Aspal vs Rongga dalam campuran)



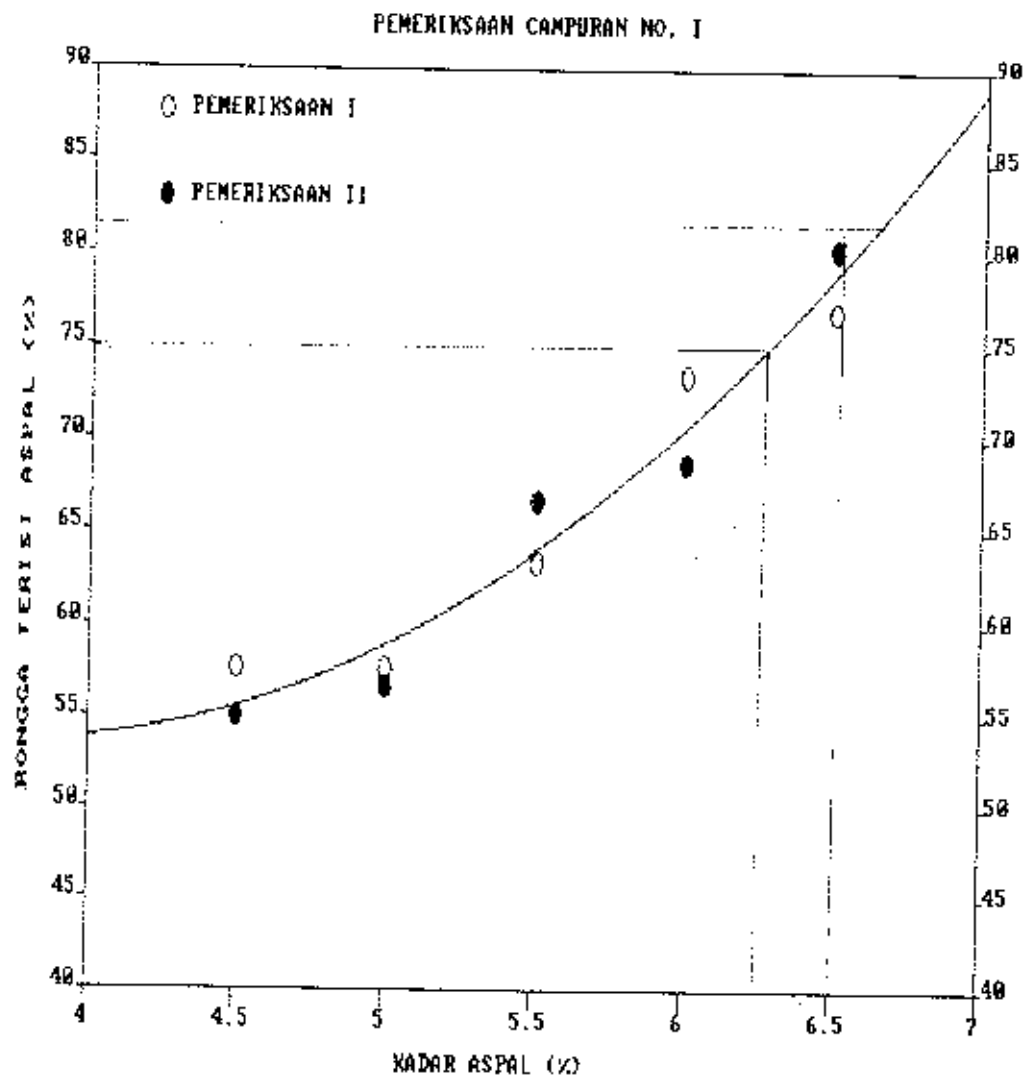
Gambar 5.8. Grafik Hasil Pemeriksaan Marshall Campuran No. I + Chemcrete (Kadar aspal vs Rongga dalam campuran)

Tabel 5.6. Analisa Rongga Dalam Campuran (Air Void)

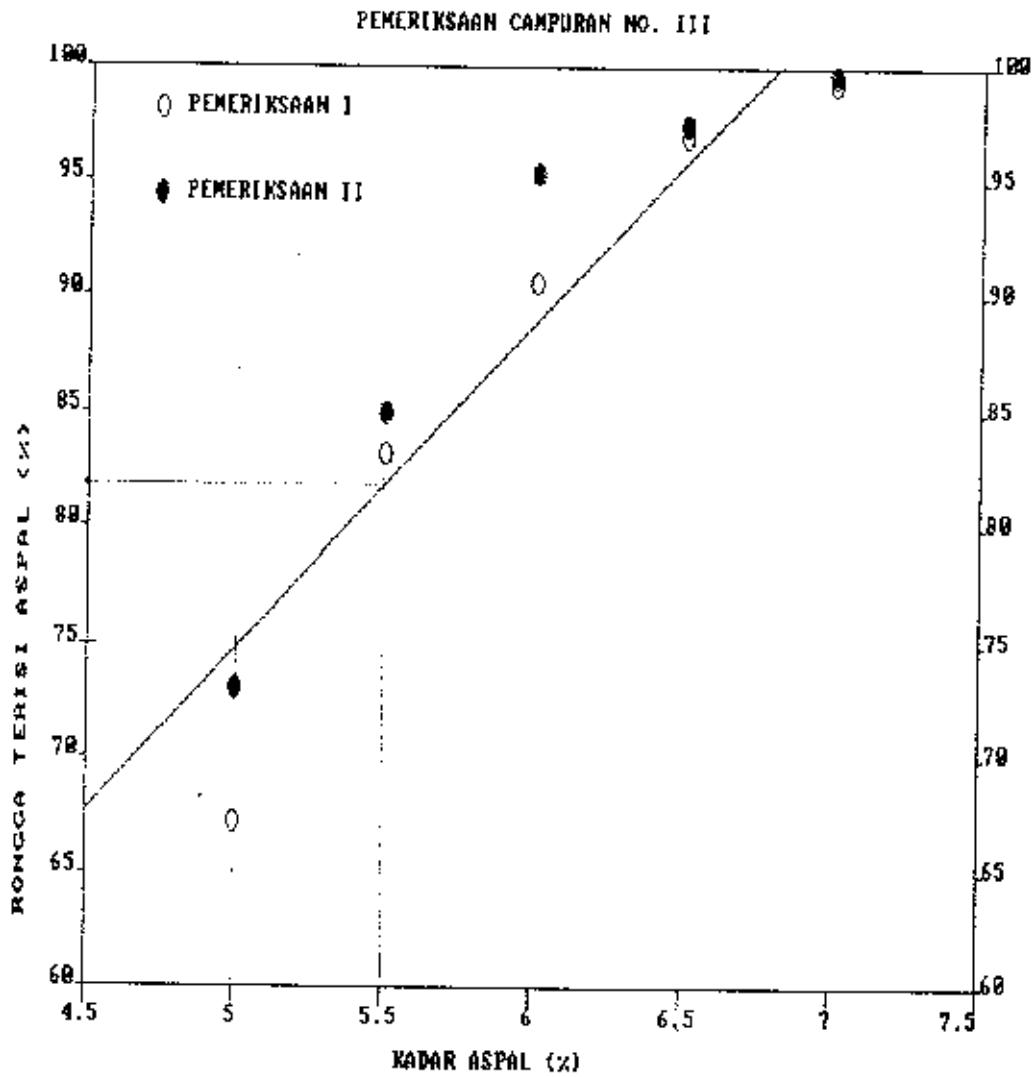
Nomor Campuran	Rongga Terisi Aspal (%)	Syarat Campuran (%)	Kadar aspal yang memenuhi (%)
I	3.38 - 7.83	3 - 5	6.08 - 6.50
III	0.05 - 5.14	3 - 5	4.80 - 5.35
IX	0.52 - 7.79	3 - 5	5.45 - 6.00
I (plus additive)	3.21 - 8.38	3 - 5	5.85 - 6.50

5.3.3. RONGGA TERISI ASPAL (VOID FILLED WITH ASPHALT)

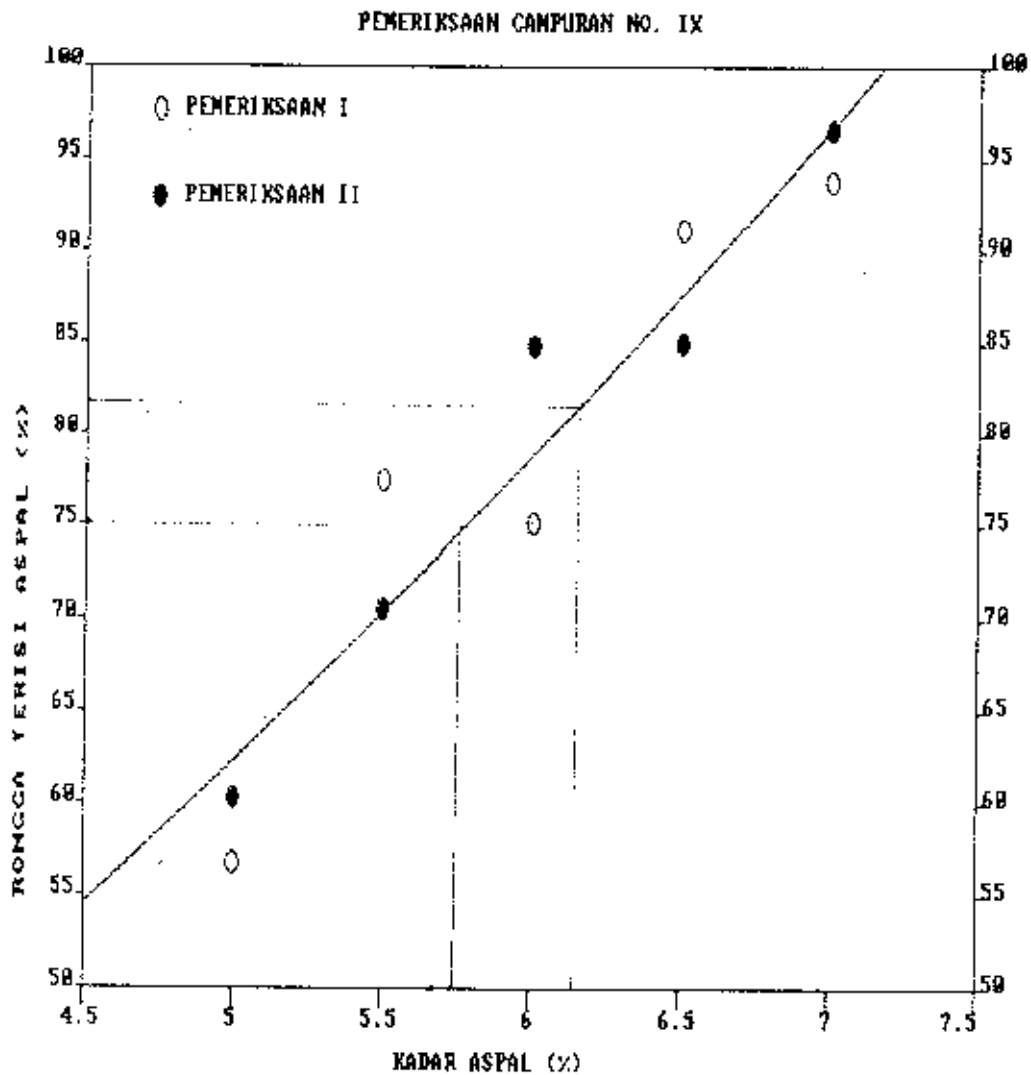
Dari Gambar 5.10 dan 5.11 untuk campuran No. III dan IX terlihat bahwa persen rongga terisi aspal lebih besar dari campuran No. I (Gambar 5.9). Hal ini disebabkan karena persentase jumlah agregat halus dalam campuran No. III dan IX yang termasuk dalam campuran bergradasi rapat, lebih besar dari campuran No. I (gradasi kasar). Karena dengan lebih banyak agregat halus lebih banyak pula aspal yang diserap. Semakin tinggi kadar aspal semakin besar pula rongga yang terisi aspal dalam campuran. Rongga terisi aspal yang dicapai oleh masing-masing campuran dapat dilihat pada Tabel 5.7.



Gambar 5.9. Grafik Hasil Pemeriksaan Marshall Campuran No. I (Kadar aspal vs Rongga terisi aspal)

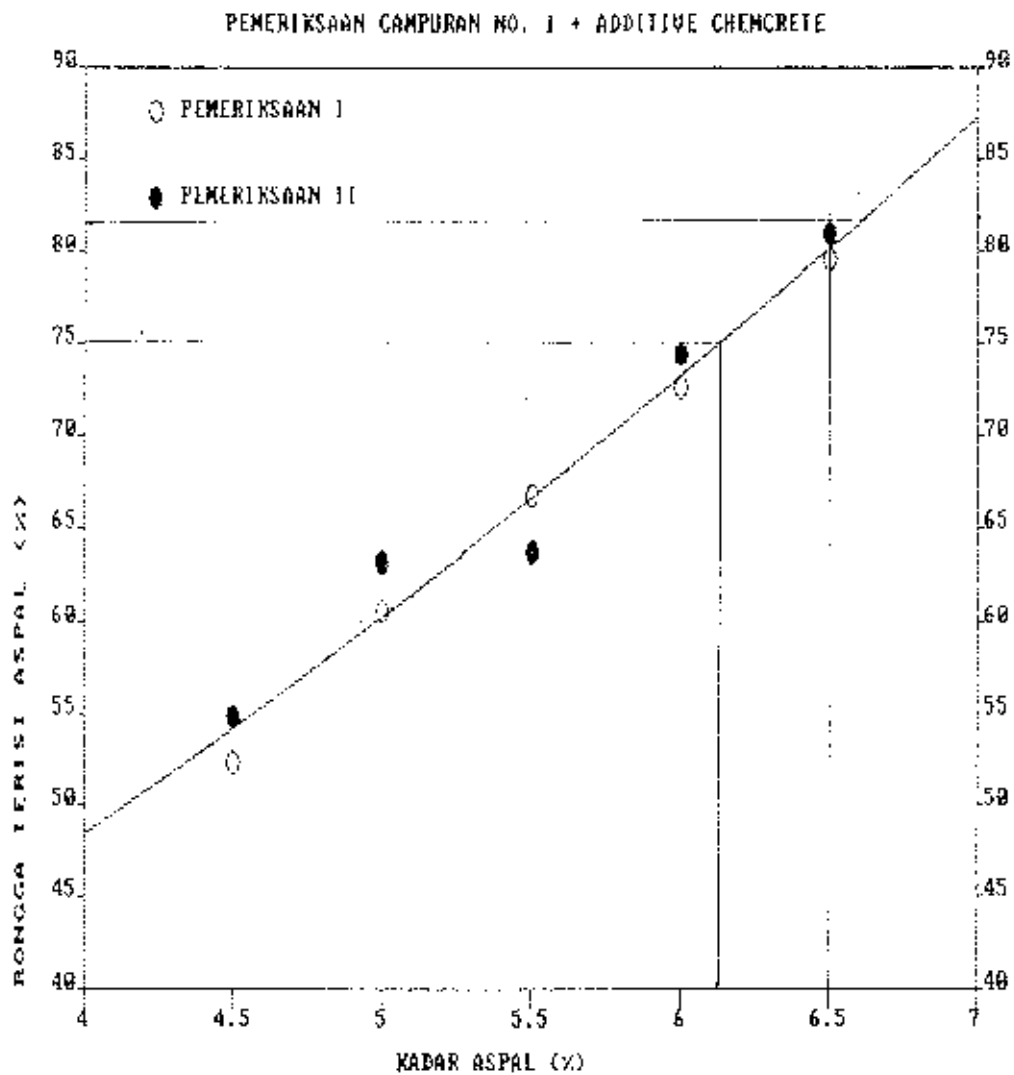


Gambar 5.10. Grafik Hasil Pemeriksaan Marshall Campuran No. III (Kadar aspal vs Rongga terisi aspal)



Gambar 5.11. Grafik Hasil Pemeriksaan Marshall Campuran No. IX (Kadar aspal vs Rongga terisi aspal)





Gambar 5.12. Grafik Hasil Pemeriksaan Marshall Campuran No. I + Chemcrete (Kadar aspal vs Rongga terisi aspal)

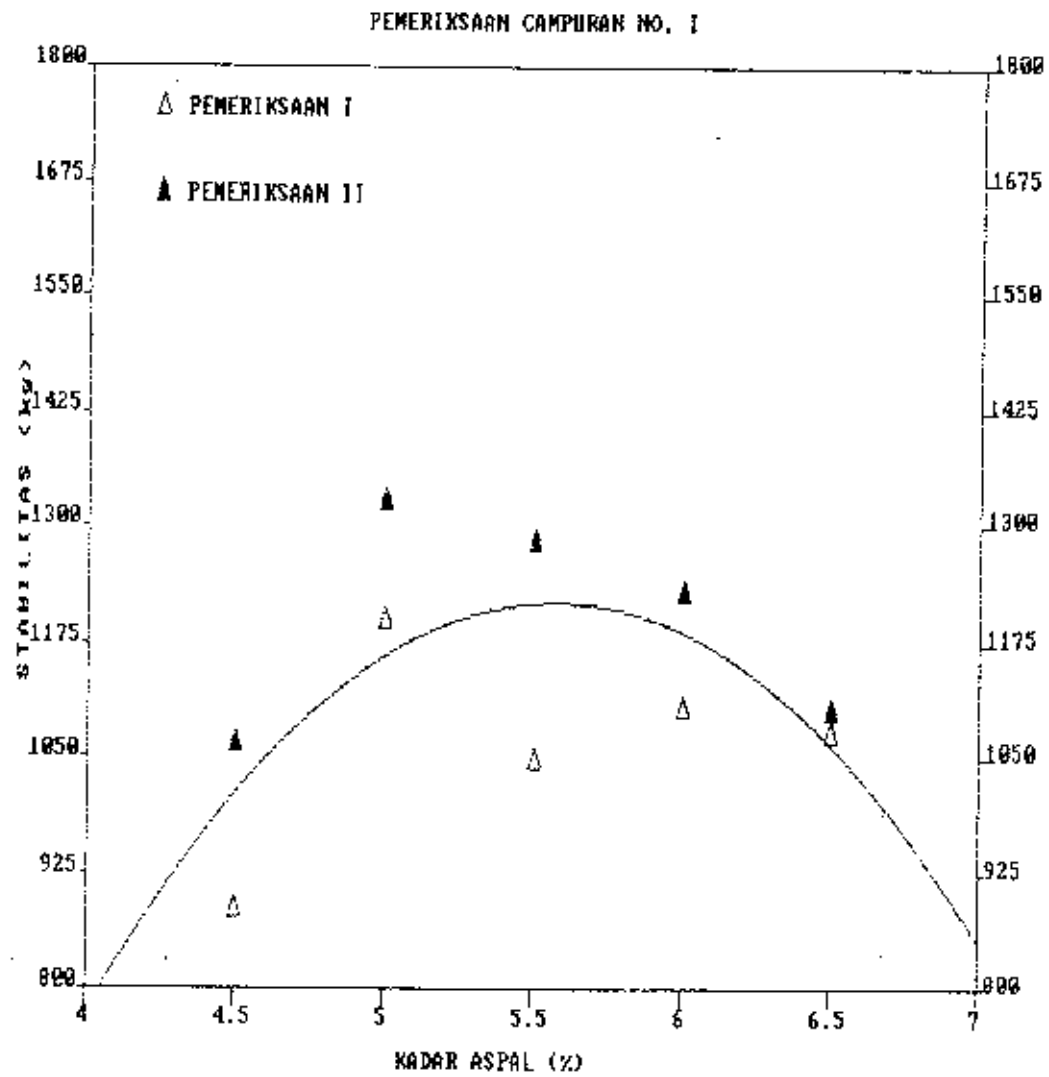
Tabel 5.7. Analisa Rongga Terisi Aspal

Nomor Campuran	Rongga Terisi Aspal (%)	Syarat Campuran (%)	Kadar aspal yang memenuhi (%)
I	54.83 - 80.27	75 - 82	8.20 - 8.50
III	67.18 - 89.85	75 - 82	5.15 - 5.43
IX	58.77 - 98.65	75 - 82	5.70 - 8.05
I (plus additive)	52.38 - 81.01	75 - 82	8.10 - 8.50

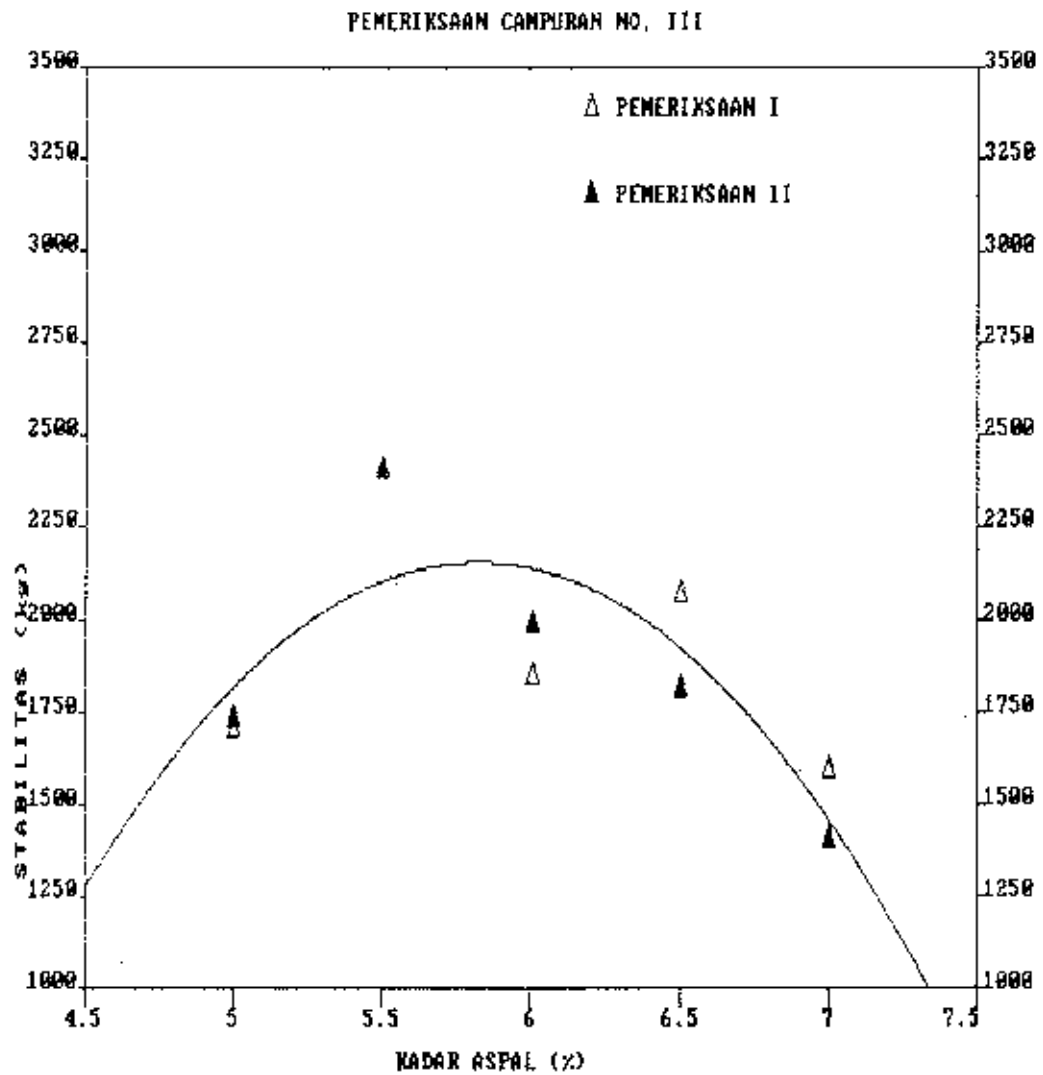
5.3.4. STABILITAS

Dari Gambar 5.13, 5.14, 5.15 dan 5.16 untuk campuran No. I, III, IX dan campuran No. I plus Chemcrete terlihat bahwa harga stabilitas tertinggi dicapai oleh campuran No. IX. Stabilitas campuran akan menurun setelah mencapai harga maksimum seiring dengan bertambahnya kadar aspal. Semakin banyak kadar aspal dalam campuran akan menyebabkan campuran kelebihan aspal sehingga dapat melemahkan stabilitas campuran karena aspal cenderung menjadi pelumas dari pada menjadi pengikat. Nilai stabilitas yang dicapai oleh masing-masing campuran semuanya memenuhi persyaratan minimum yaitu sebesar 750 kg. Nilai stabilitas maksimum yang dicapai oleh masing-masing campuran dapat dilihat pada Tabel 5.8.

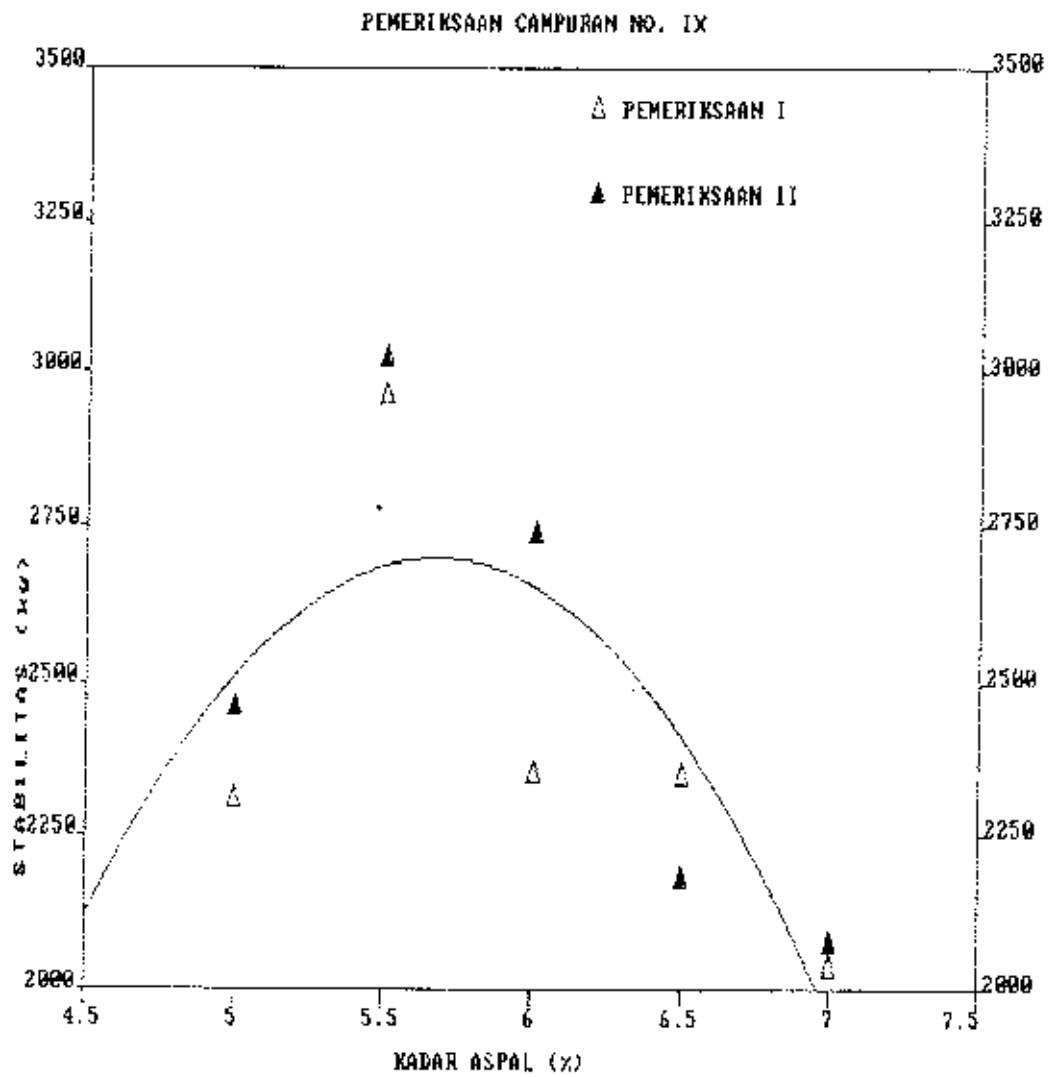




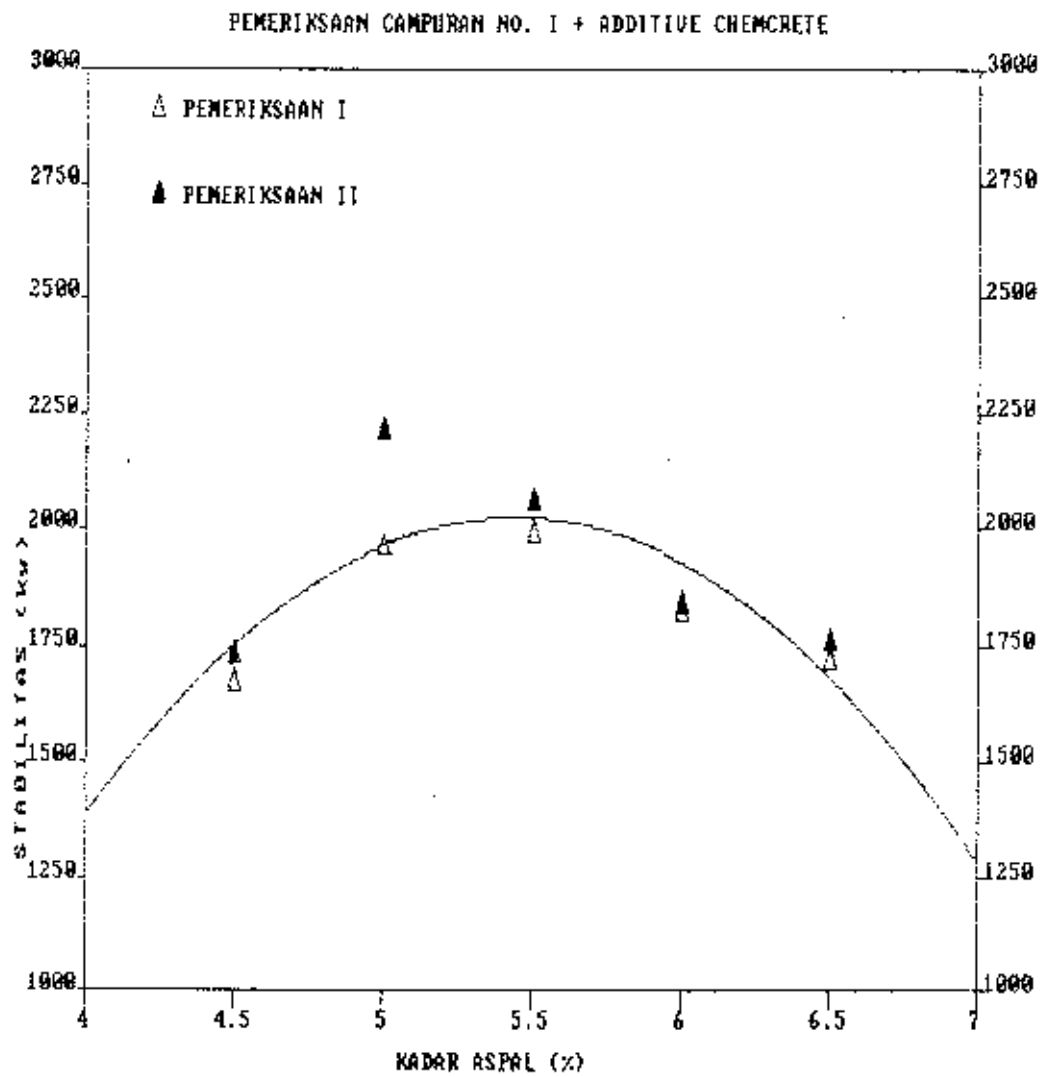
Gambar 5.13. Grafik Hasil Pemeriksaan Marshall Campuran No. I (Kadar aspal vs Stabilitas)



Gambar 5.14. Grafik Hasil Pemeriksaan Marshall Campuran No. III (Kadar Aspal vs Stabilitas)



Gambar 5.15. Grafik Hasil Pemeriksaan Marshall Campuran No. IX (Kadar aspal vs Stabilitas)



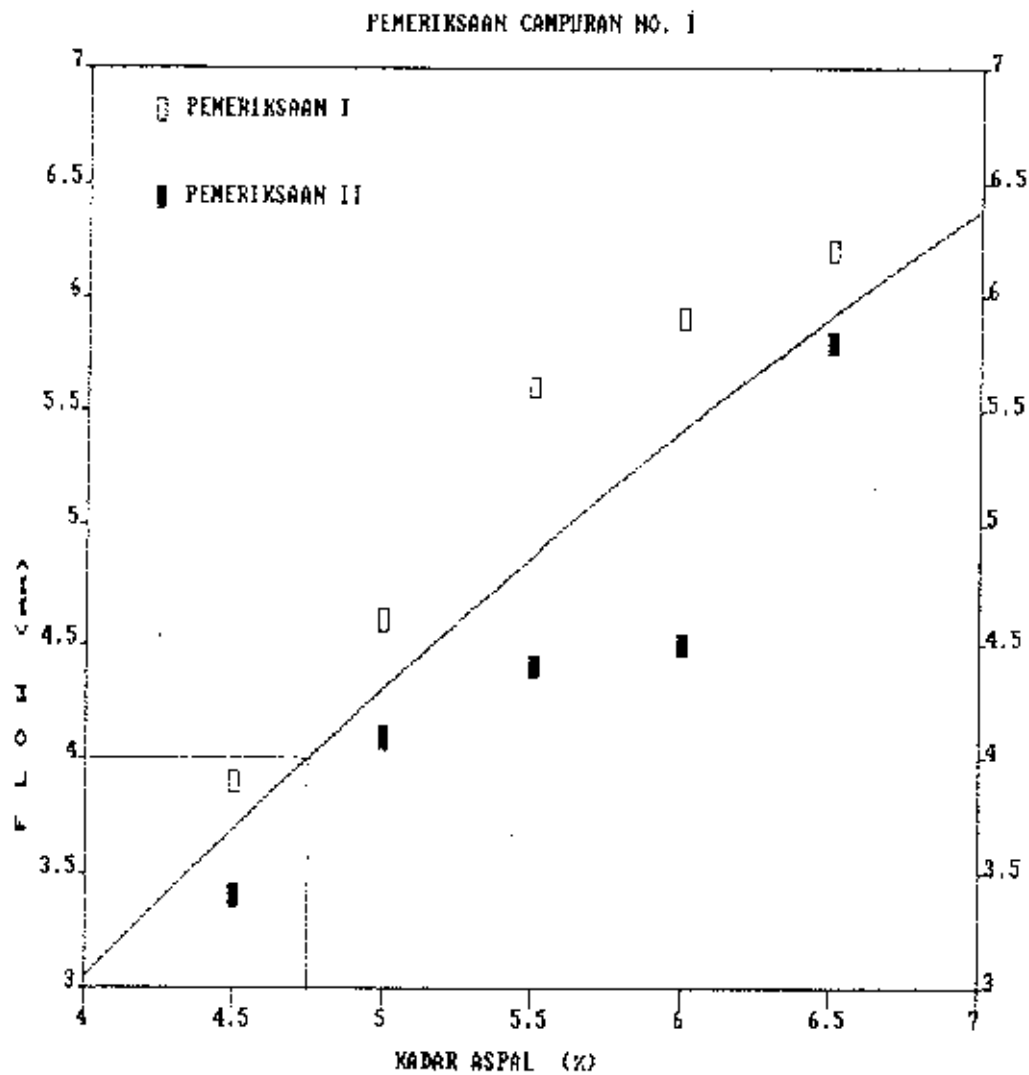
Gambar 5.16. Grafik Hasil Pemeriksaan Marshall Campuran No. I + Chemcrete (Kadar aspal vs Stabilitas)

Tabel 5.8. Analisa Stabilitas

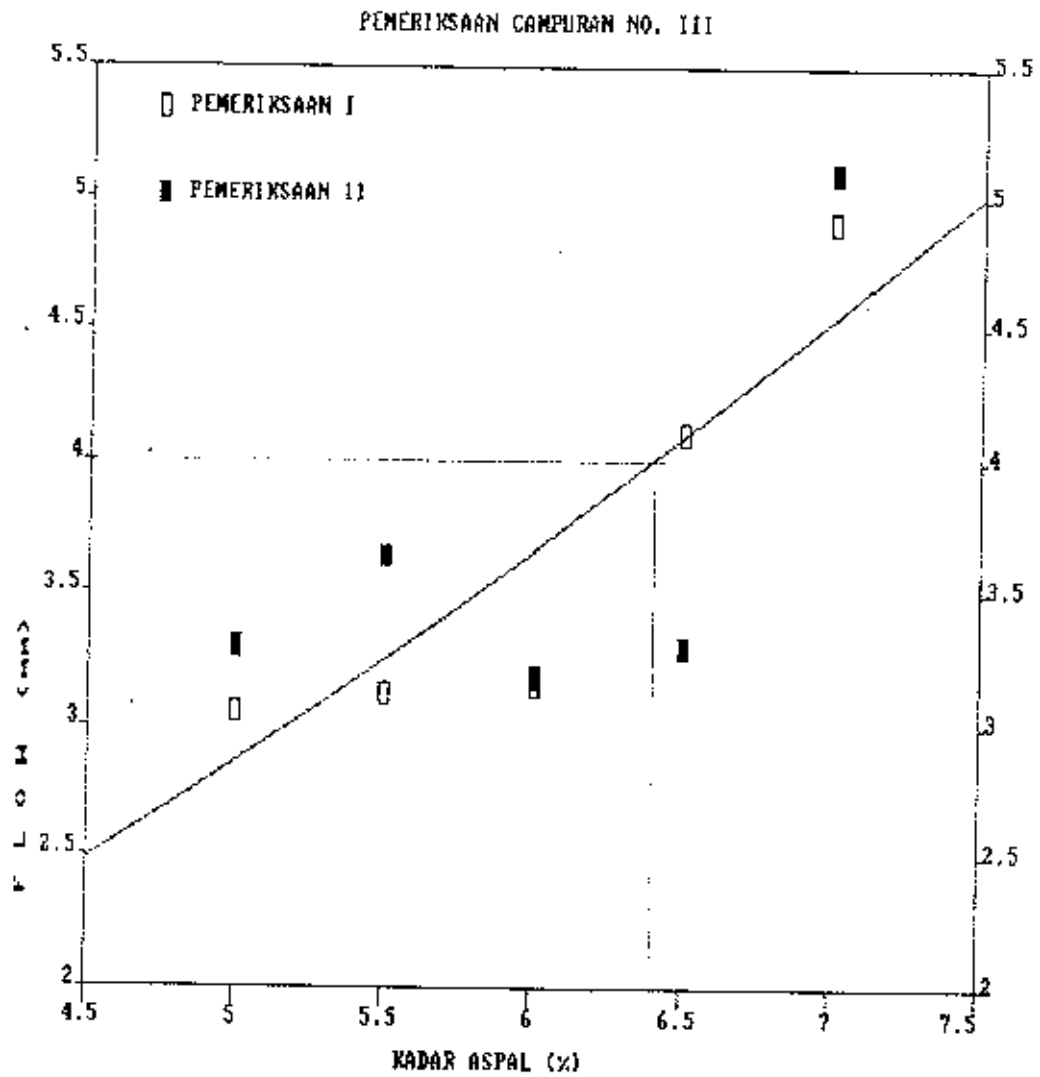
Nomor Campuran	Stabilitas Maksimum (kg)	Syarat Campuran (kg)	Kadar aspal yang memenuhi (%)
I	1100	750	4.5 - 8.5
III	2187	750	5 - 7
IX	2887	750	5 - 7
I (plus additive)	2000	750	4.5 - 8.5

5.3.5. FLOW

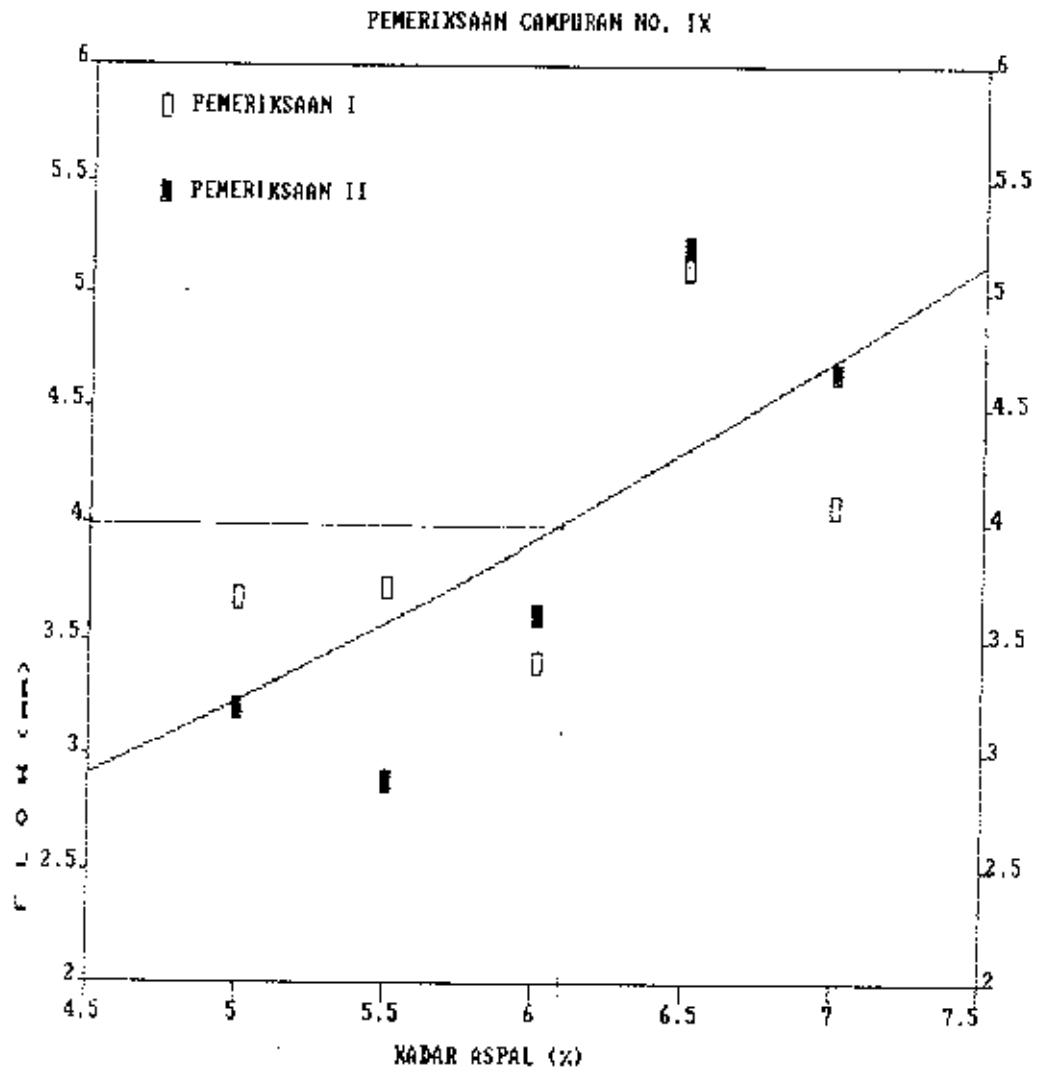
Dari Gambar 5.17, 5.18, 5.19 dan 5.20 untuk campuran No. I, III, IX dan campuran No. I plus Chemcrete terlihat bahwa nilai flow pada campuran No. I jauh lebih besar dari campuran No. III dan IX. Hal ini dikarenakan susunan gradasi campuran No. I yang kasar dan sedikitnya jumlah agregat halus. Jumlah agregat halus yang sedikit menyebabkan aspal yang masuk tidak banyak diserap sehingga terjadi kelebihan aspal dalam campuran. Terlihat juga bahwa nilai flow yang masuk dalam spesifikasi yaitu 2 - 4 mm tidak banyak dipenuhi oleh campuran No. I. Nilai flow yang dicapai oleh masing-masing campuran dapat dilihat pada Tabel 5.9.



Gambar 5.17. Grafik Hasil Pemeriksaan Marshall Campuran No. I (Kadar aspal vs Flow)

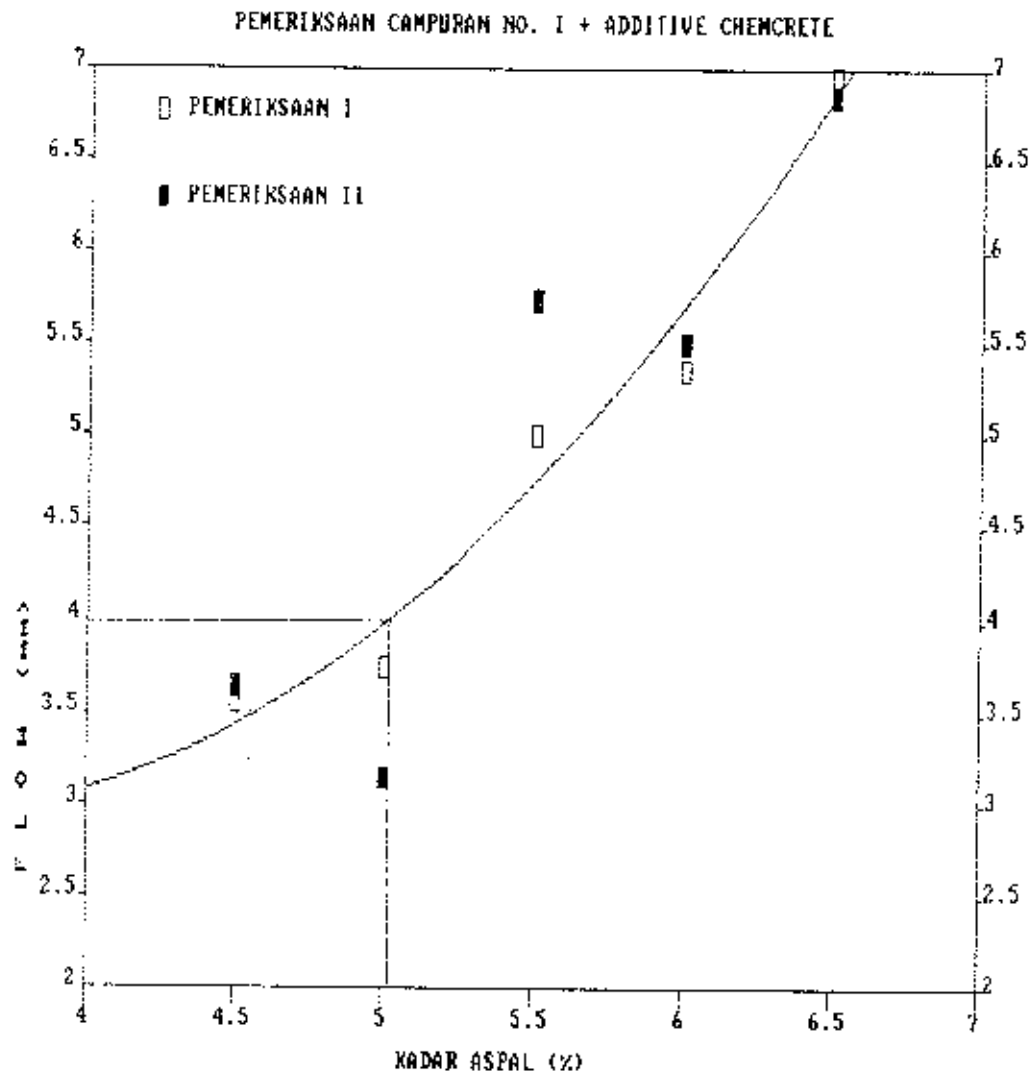


Gambar 5.18. Grafik Hasil Pemeriksaan Marshall Campuran No. III (Kadar aspal vs Flow)



Gambar 5.19. Grafik Hasil Pemeriksaan Marshall Campuran No. IX (Kadar aspal vs Flow)





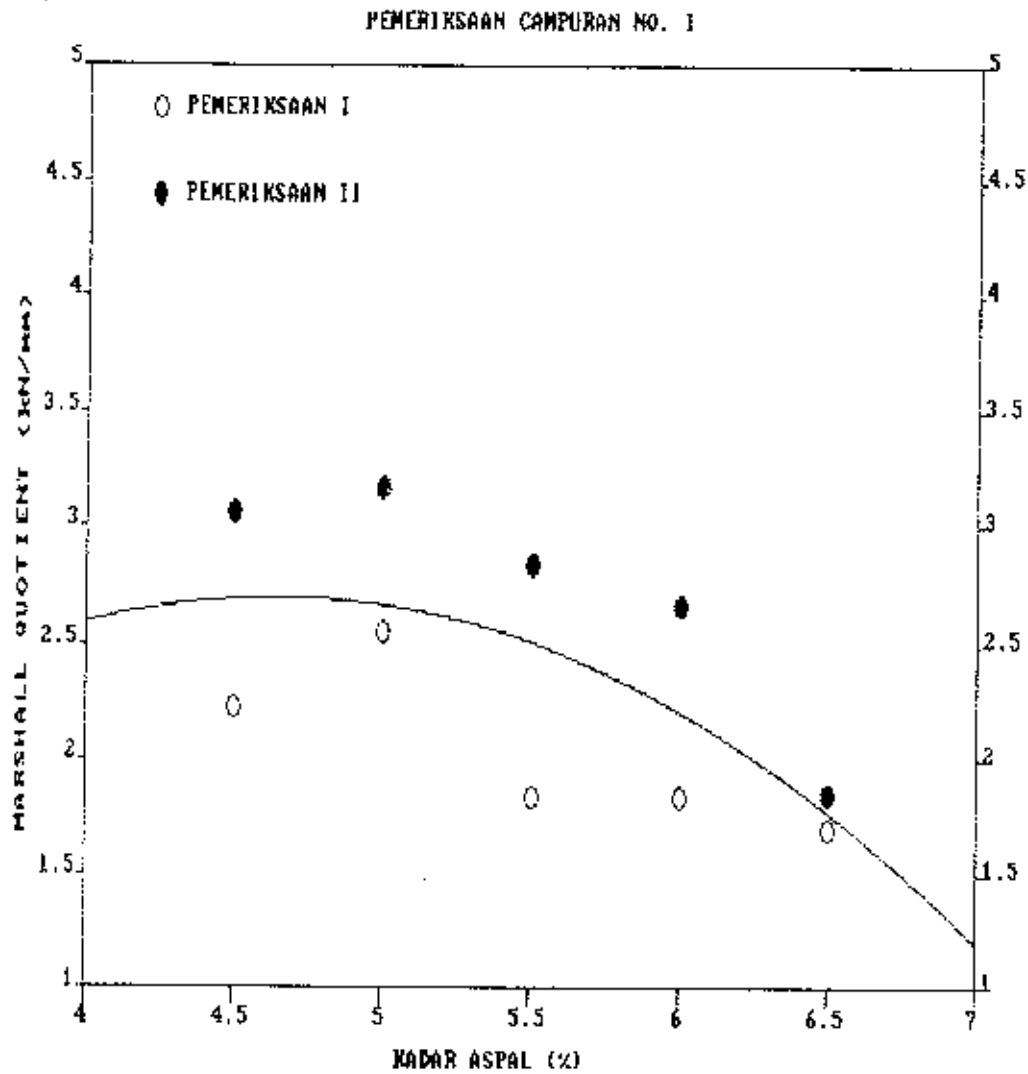
Gambar 5.20. Grafik Hasil Pemeriksaan Marshall Campuran No. 1 + Chemcrete (Kadar aspal vs Flow)

Tabel 5.9. Analisa Flow

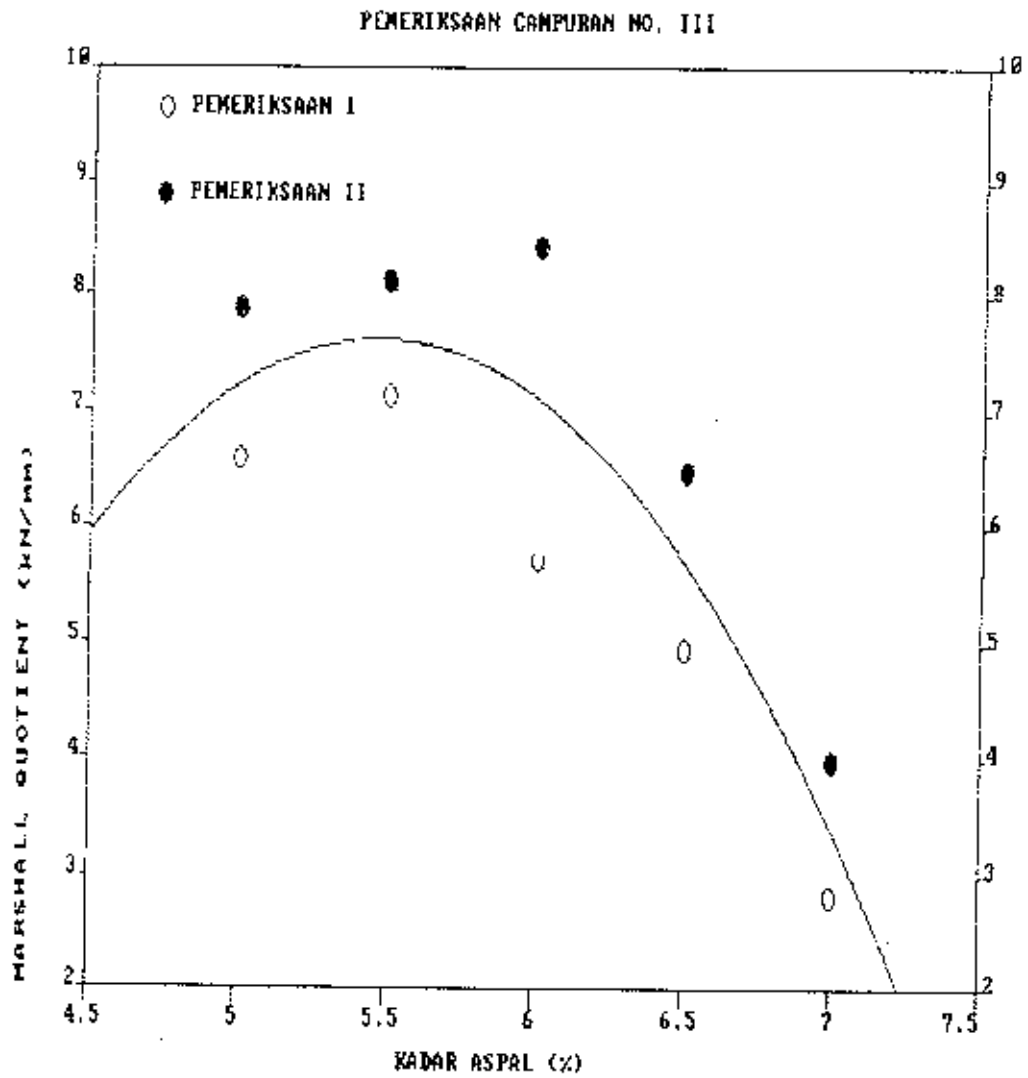
Nomor Campuran	Flow (mm)	Syarat Campuran (mm)	Kadar aspal yang memenuhi (%)
I	3.90 - 8.20	2 - 4	4.50 - 4.65
III	3.05 - 5.10	2 - 4	5.00 - 8.60
IX	2.88 - 5.20	2 - 4	5.80 - 8.10
I (plus additive)	3.15 - 8.95	2 - 4	4.50 - 5.01

5.3.6. MARSHALL QUOTIENT

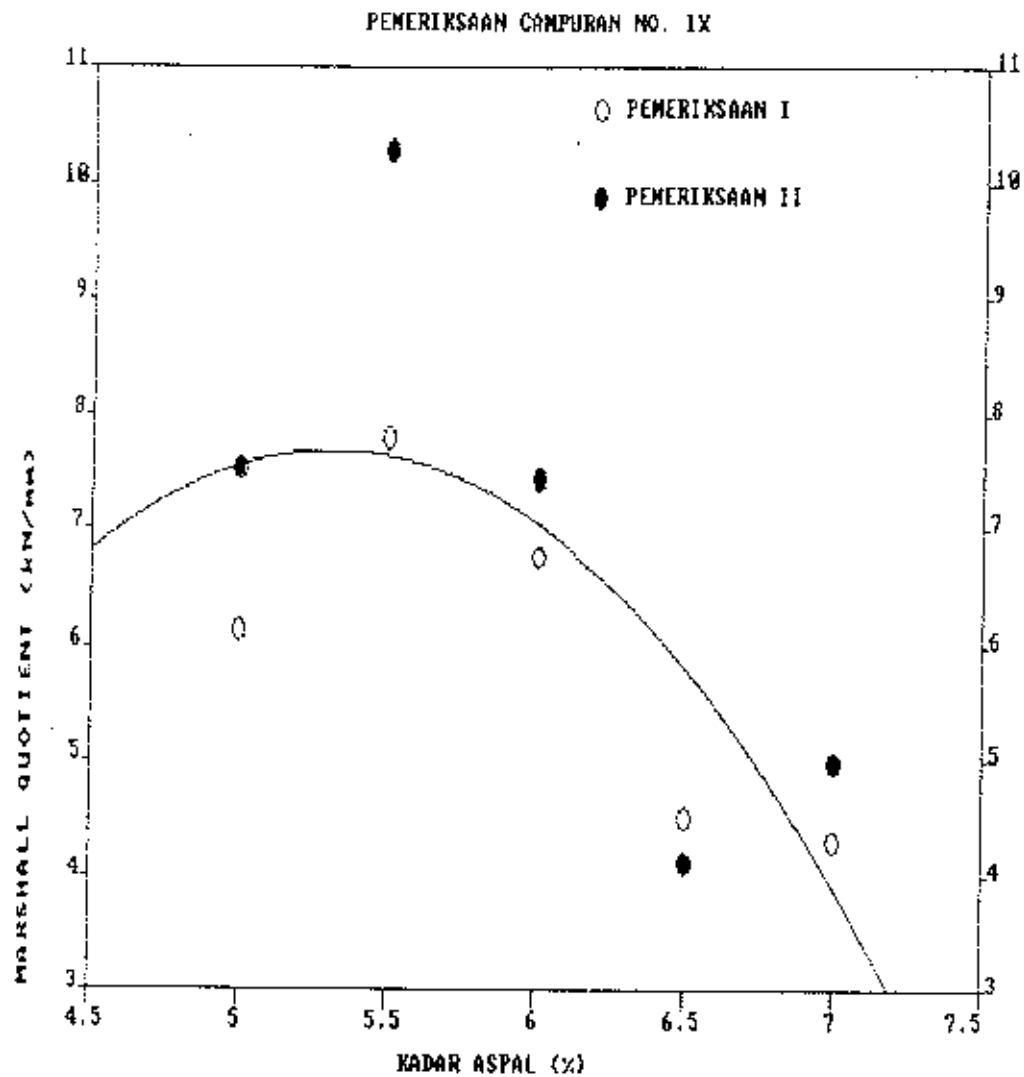
Marshall Quotient merupakan perbandingan dari harga stabilitas dan flow yang dicapai oleh suatu campuran dinyatakan dalam kN/mm. Marshall Quotient ini membatasi nilai stabilitas dan flow yang dicapai oleh campuran. Karena untuk mendapatkan hasil campuran yang baik perlu diperhatikan nilai stabilitas yang dicapai. Stabilitas yang terlalu besar memang bagus dari segi kekuatan, namun tanpa diimbangi dengan flow yang tinggi maka campuran akan mudah terjadi crack. Grafik hasil pemeriksaan Marshall untuk kadar aspal vs Marshall Quotient dari masing-masing campuran dapat dilihat pada Gambar 5.21, 5.22, 5.23 dan 5.24.



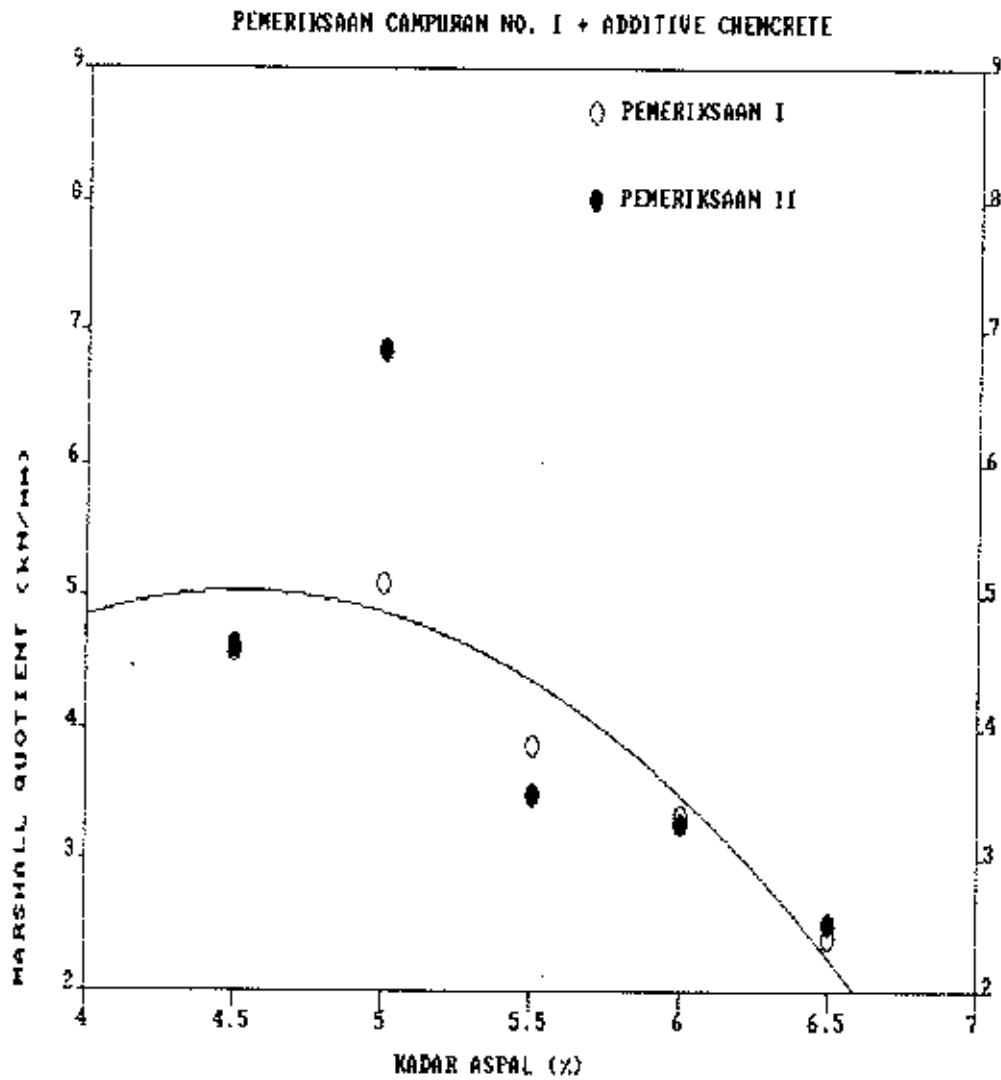
Gambar 5.21. Grafik Hasil Pemeriksaan Marshall Campuran No. I (Kadar Aspal vs Marshall Quotient)



Gambar 5.22. Grafik Hasil Pemeriksaan Marshall Campuran No. III (Kadar aspal vs Marshall Quotient)



Gambar 5.23. Grafik Hasil Pemeriksaan Marshall Campuran No. IX (Kadar aspal vs Marshall Quotient)



Gambar 5.24. Grafik Hasil Pemeriksaan Marshall Campuran No. I + Chemcrete (Kadar aspal vs Marshall Quotient)

5.3.7. KADAR ASPAL OPTIMUM CAMPURAN

Dari Gambar 5.25, 5.26, dan 5.27 kadar aspal optimum dari masing-masing campuran adalah sebagai berikut :

Campuran No. I : tidak dapat dicari

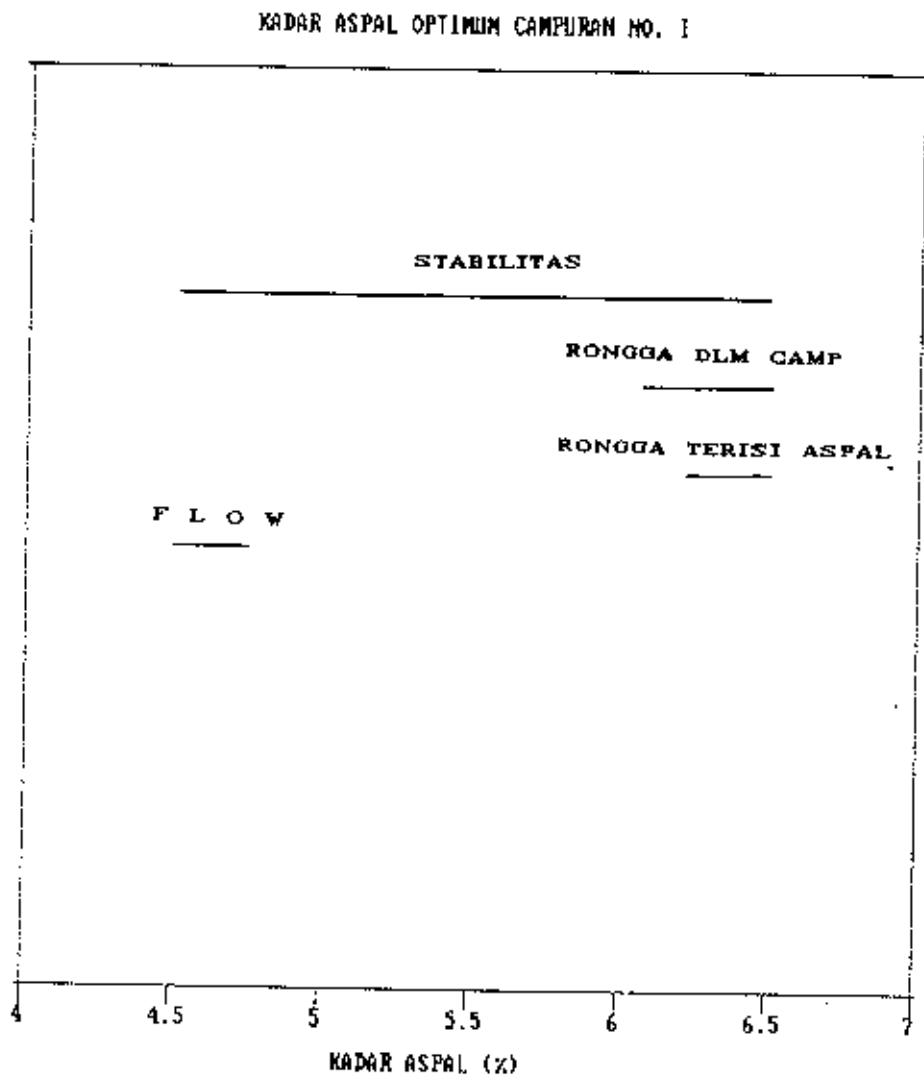
Campuran No. III : 5.33%

Campuran No. IX : 5.82%

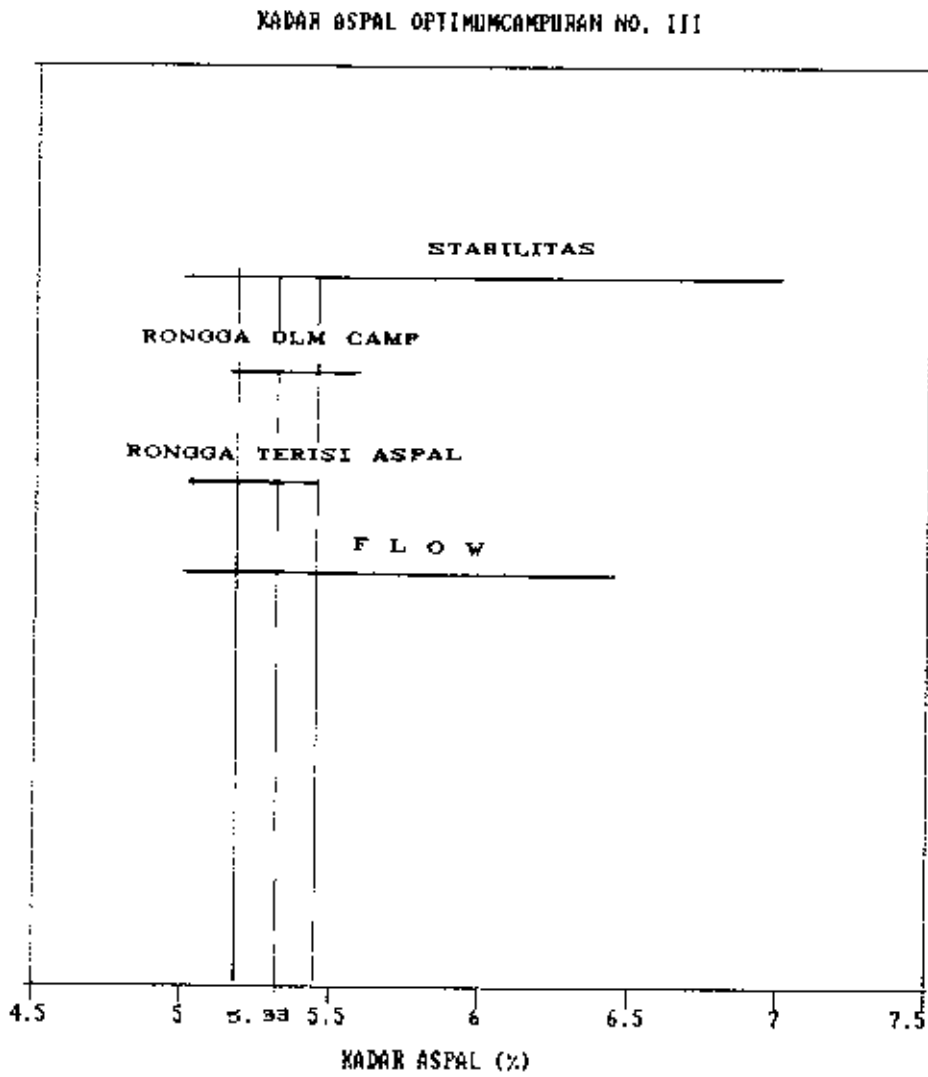
Kadar aspal optimum campuran No. I tidak dapat dicari karena tidak ditemukan rentang kadar aspal (dari Gambar 5.25) yang memenuhi seluruh persyaratan sebagai campuran aspal beton baik dari segi stabilitas, flow, rongga dalam campuran dan rongga terisi aspal. Hal ini disebabkan karena susunan gradasi campuran No. I ini tidak memenuhi syarat sebagai susunan gradasi agregat campuran aspal beton yang *well graded*. Susunan gradasi campuran No. I adalah *poorly graded*.

5.3.8. PENGARUH ADDITIVE CHEMCRETE TERHADAP CAMPURAN NO. I

Pemakaian bahan additive aspal Chemcrete yang dicoba pada campuran No. I dengan perkiraan akan dapat memenuhi persyaratan sebagai campuran aspal beton memberikan hasil yang cukup baik terutama dalam meningkatkan nilai stabilitas. Nilai stabilitas yang dicapai akibat penambahan bahan additive ini kurang lebih 1.6 kali lebih besar dari nilai stabilitas campuran tanpa additive (Gambar 5.32).

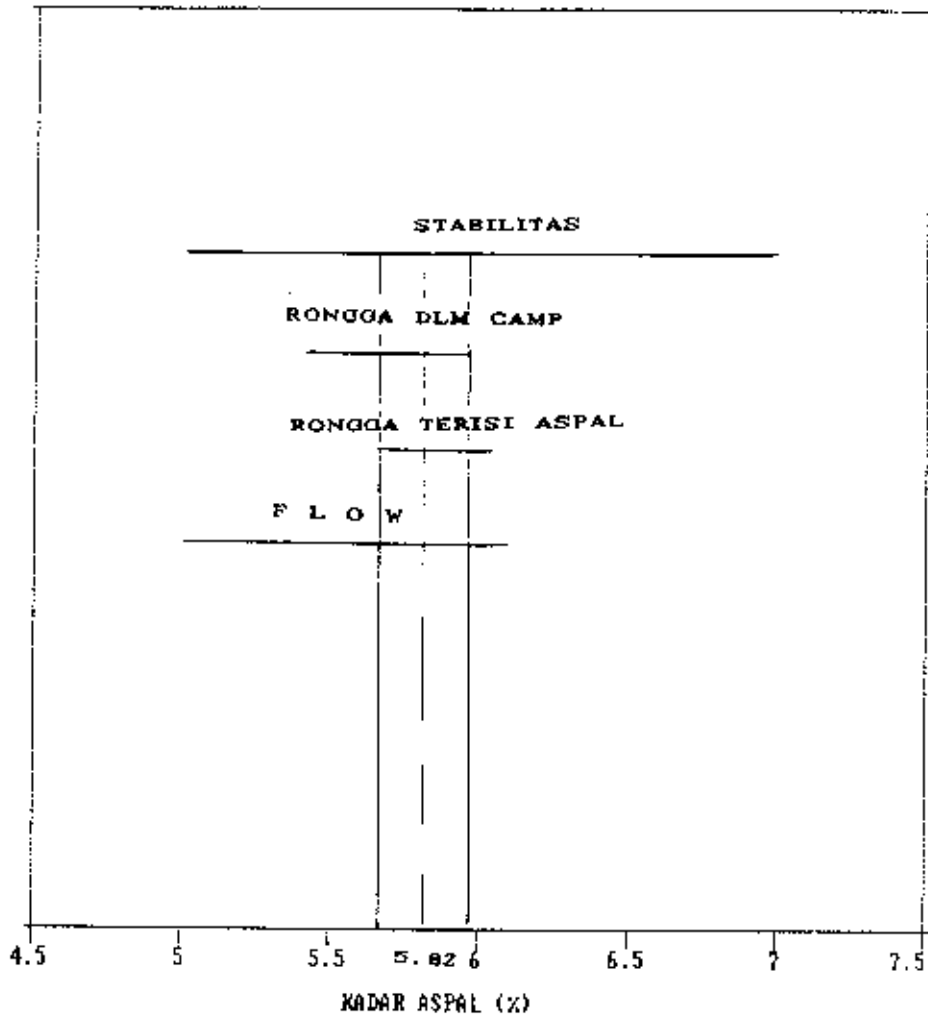


Gambar 5.25. Grafik Hasil Pemeriksaan Marshall Campuran No. I (Kadar Aspal Optimum Campuran)

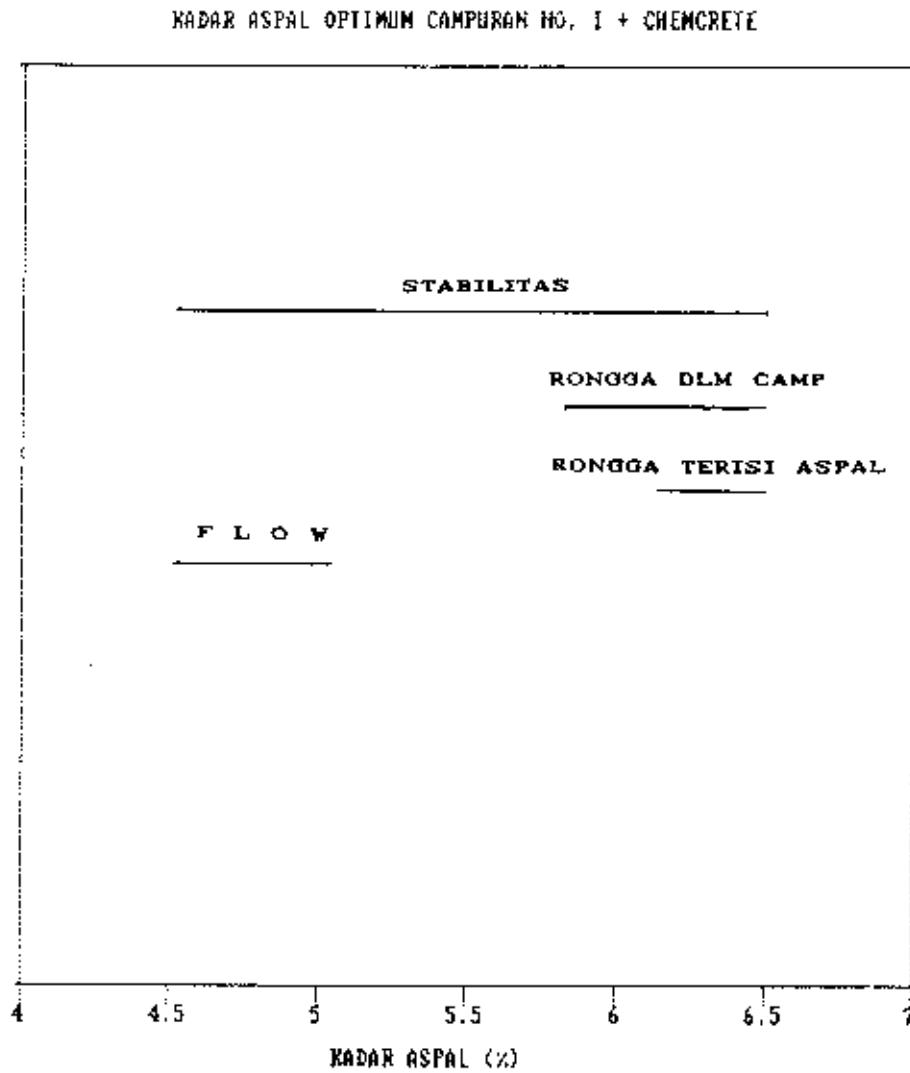


Gambar 5.26. Grafik Hasil Pemeriksaan Marshall Campuran No. III (Kadar Aspal Optimum Campuran)

KADAR ASPAL OPTIMUM CAMPURAN NO. IX



Gambar 5.27. Grafik Hasil Pemeriksaan Marshall Campuran No. IX (Kadar Aspal Optimum Campuran)

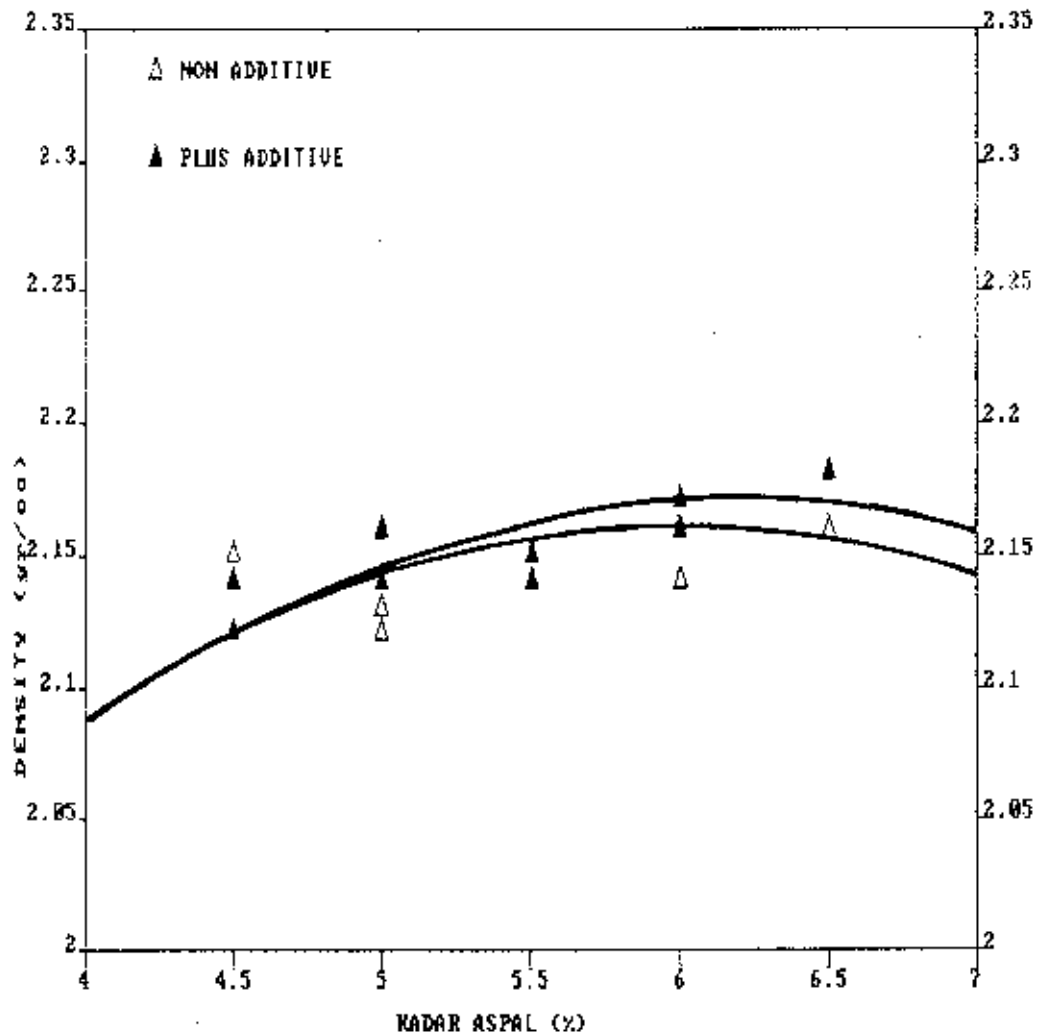


Gambar 5.28. Grafik Hasil Pemeriksaan Marshall Campuran No. 1 + Chemcrete (Kadar Aspal Optimum Campuran)

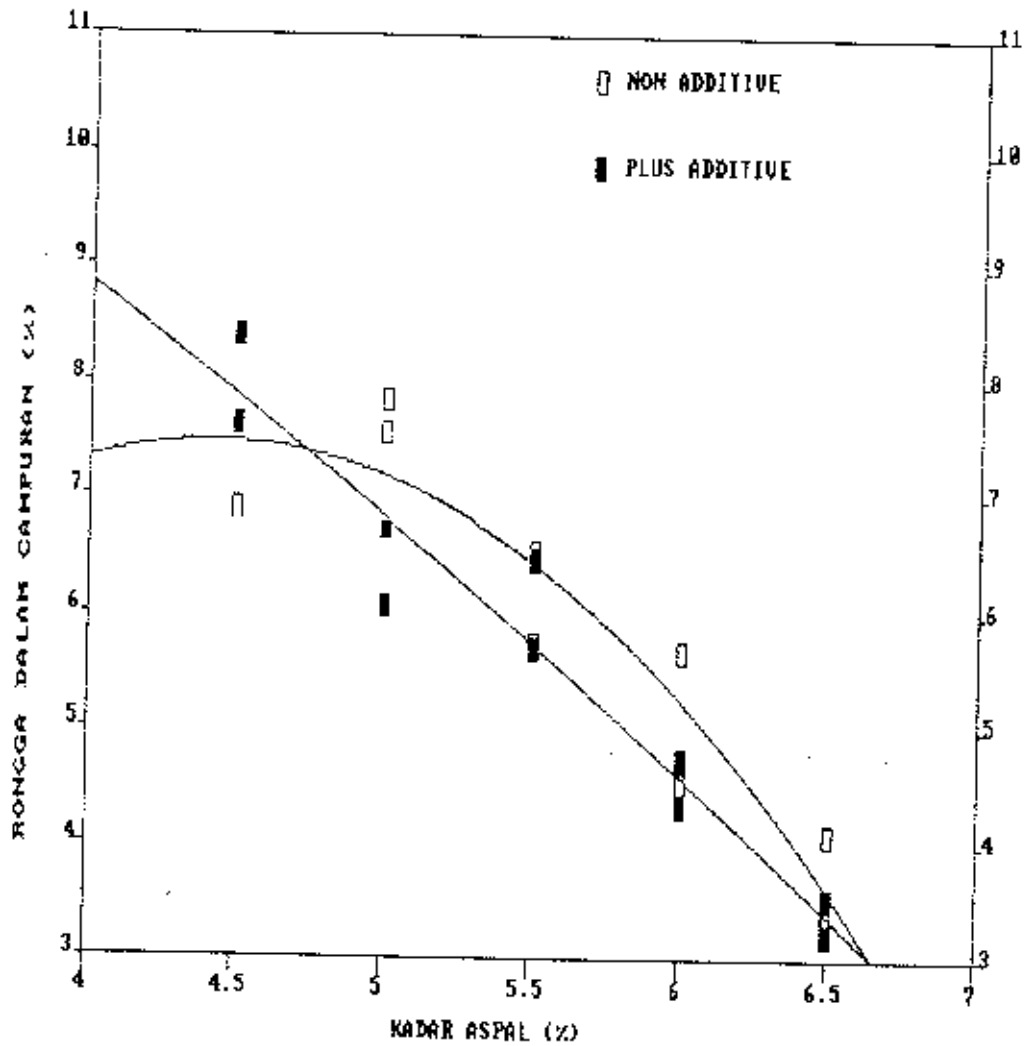
ANALISA HASIL PEMERIKSAAN

Selain itu pula nilai flow campuran dengan bahan tambahan ini yang masuk dalam spesifikasi (2 - 4 mm) lebih banyak sedikit dibandingkan dengan yang tanpa additive. Pada campuran tanpa Chemcrete nilai flow yang masuk adalah antara kadar aspal 4.5% - 4.75% (Gambar 5.17), sedangkan pada campuran yang menggunakan Chemcrete nilai flow yang masuk adalah antara kadar aspal 4.5% - 5.01% (Gambar 5.20).

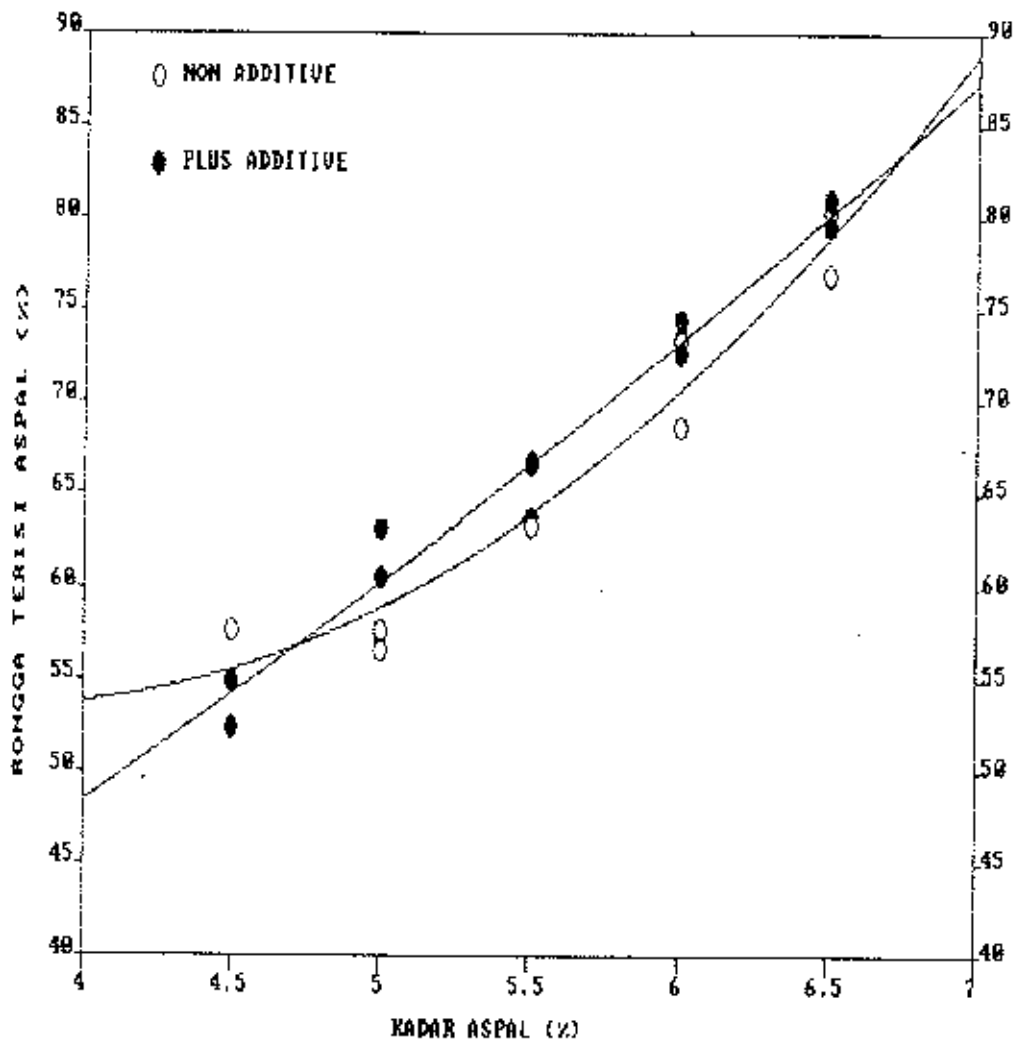
Dengan adanya bahan additive Chemcrete ini persen rongga dalam campuran dan persen rongga terisi agregat yang masuk dalam persyaratan juga menjadi lebih besar daripada tanpa menggunakan Chemcrete. Pada campuran tanpa Chemcrete persen rongga dalam campuran yang masuk persyaratan adalah kadar aspal 6.05% - 6.5% (Gambar 5.5) sedangkan dengan menggunakan Chemcrete adalah kadar aspal 5.8% - 6.5% (Gambar 5.8). Dan persen rongga terisi aspal pada campuran tanpa Chemcrete yang masuk persyaratan adalah kadar aspal 6.2% - 6.5% (Gambar 5.9) sedangkan dengan menggunakan Chemcrete adalah kadar aspal 6.1% - 6.5% (Gambar 5.12). Perbandingan hasil pemeriksaan Marshall antara campuran No. I tanpa bahan additive dan dengan bahan additive ini dapat dilihat pada Gambar 5.29, 5.30, 5.31, 5.32, 5.33 dan 5.34.



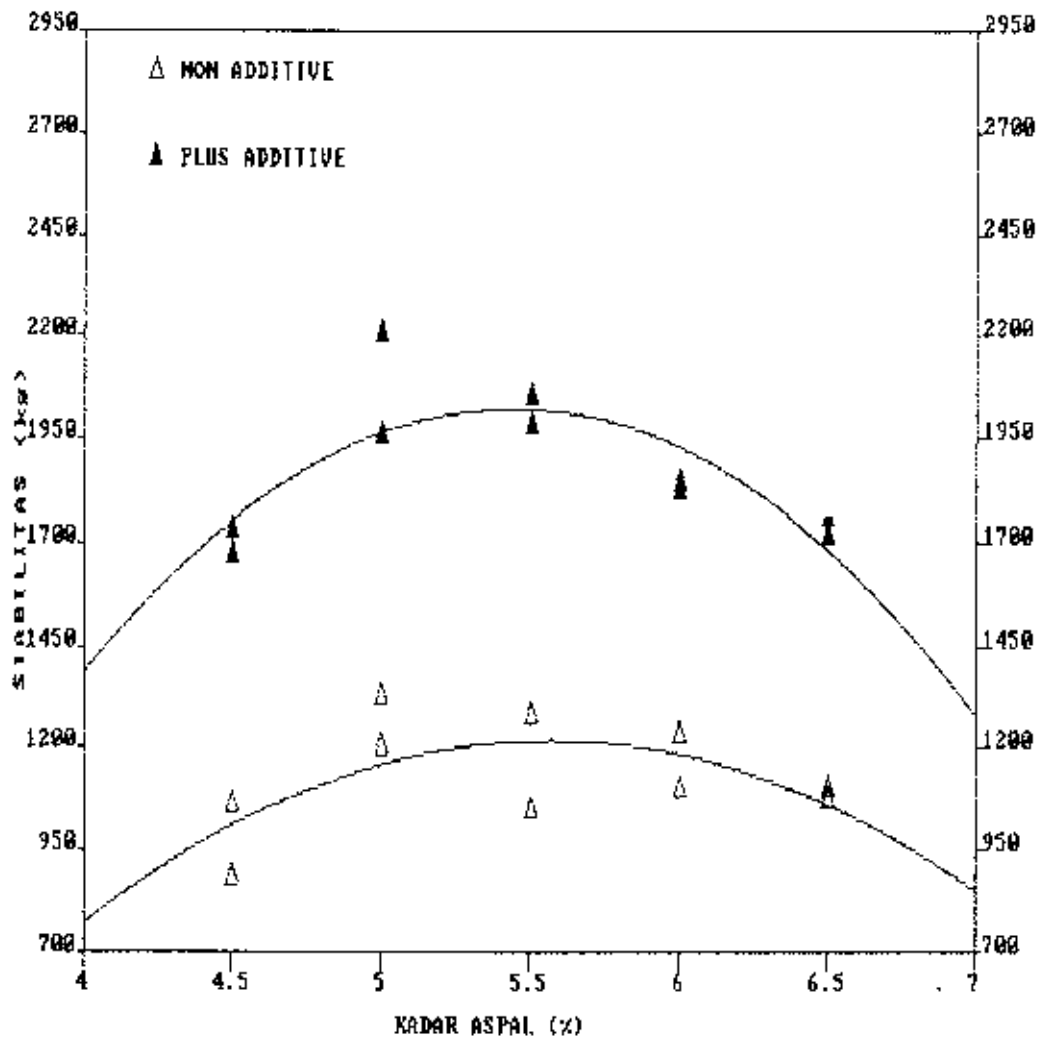
Gambar 5.29. Perbandingan Hasil Pemeriksaan Marshall Campuran No. I dan Campuran No. I + Additive (Kadar aspal vs Density)



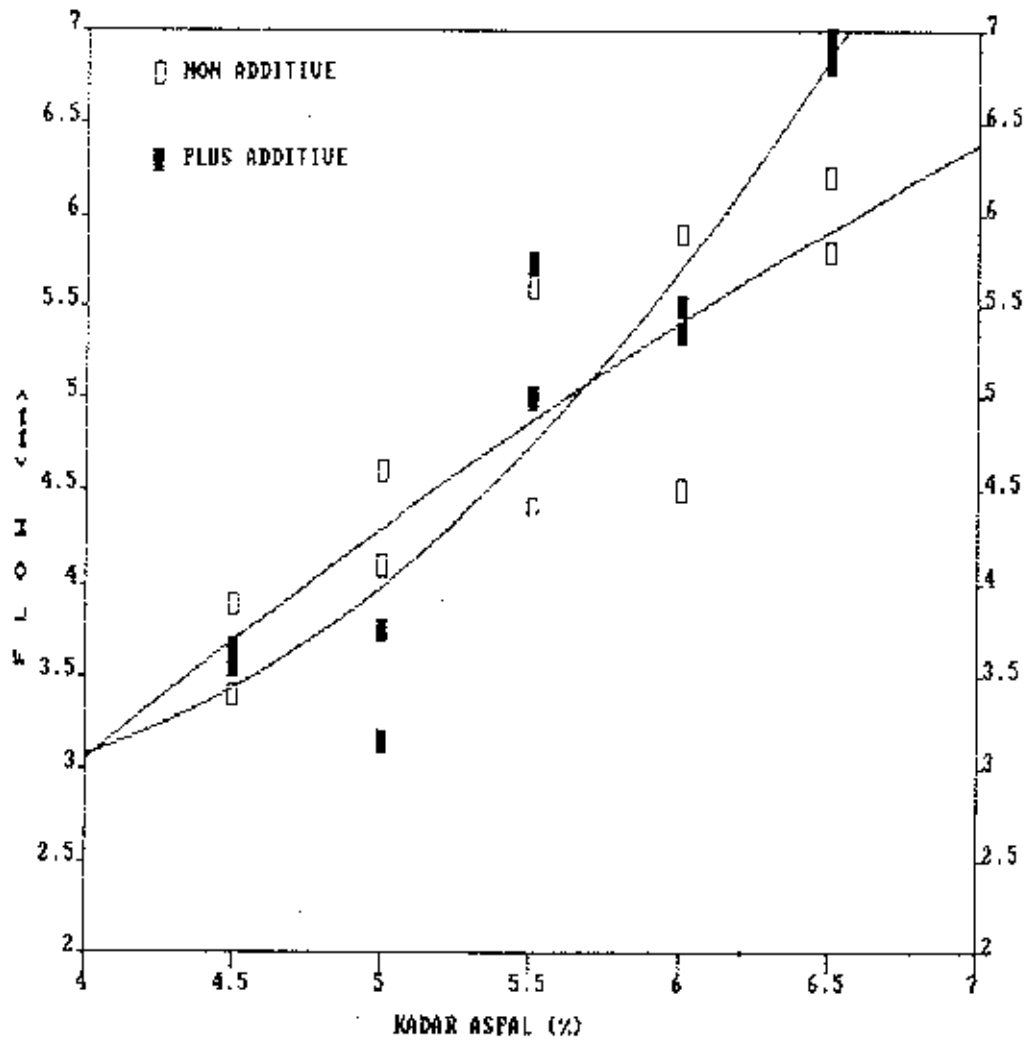
Gambar 5.30. Perbandingan Hasil Pemeriksaan Marshall Campuran No. I dan Campuran No. I + Additive (Kadar aspal vs Rongga dalam campuran)



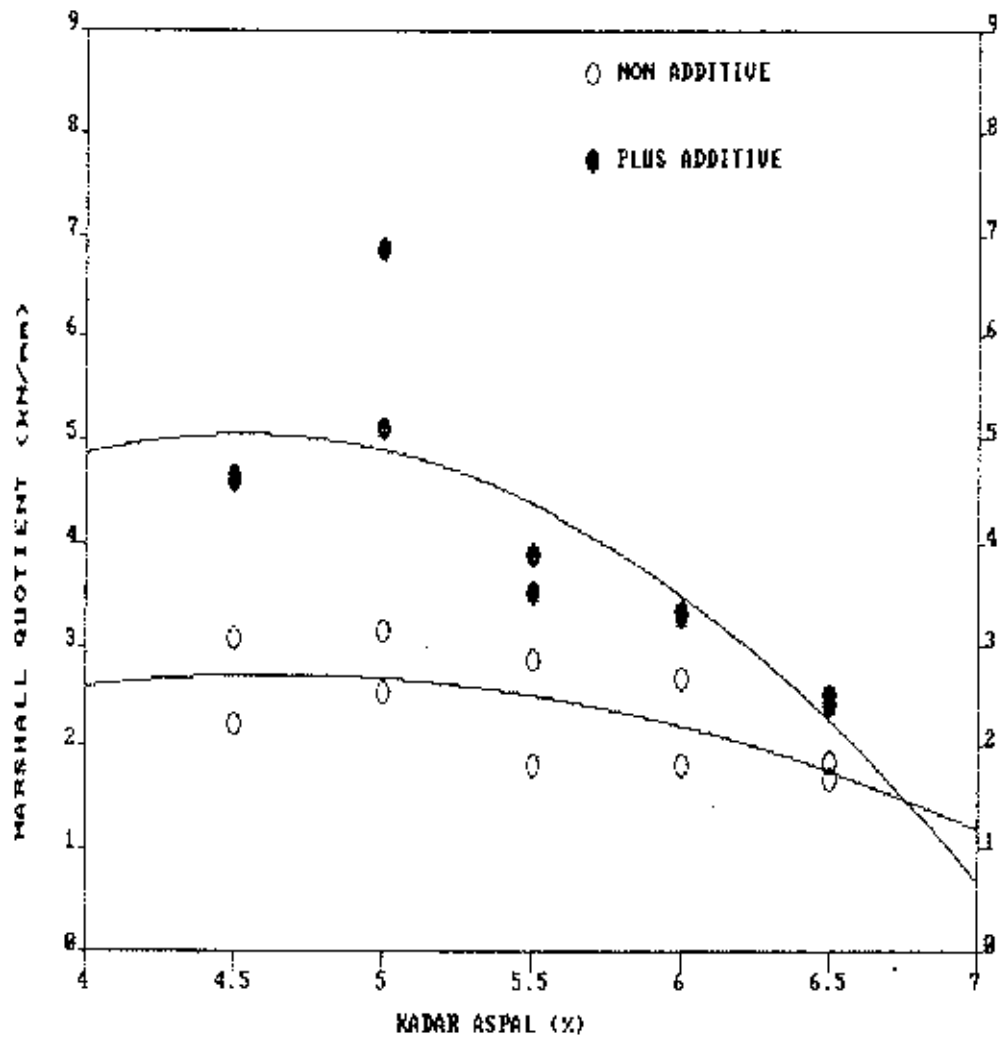
Gambar 5.31. Perbandingan Hasil Pemeriksaan Marshall
Campuran No. I dan Campuran No. I + Additive
(Kadar aspal vs Rongga terisi aspal)



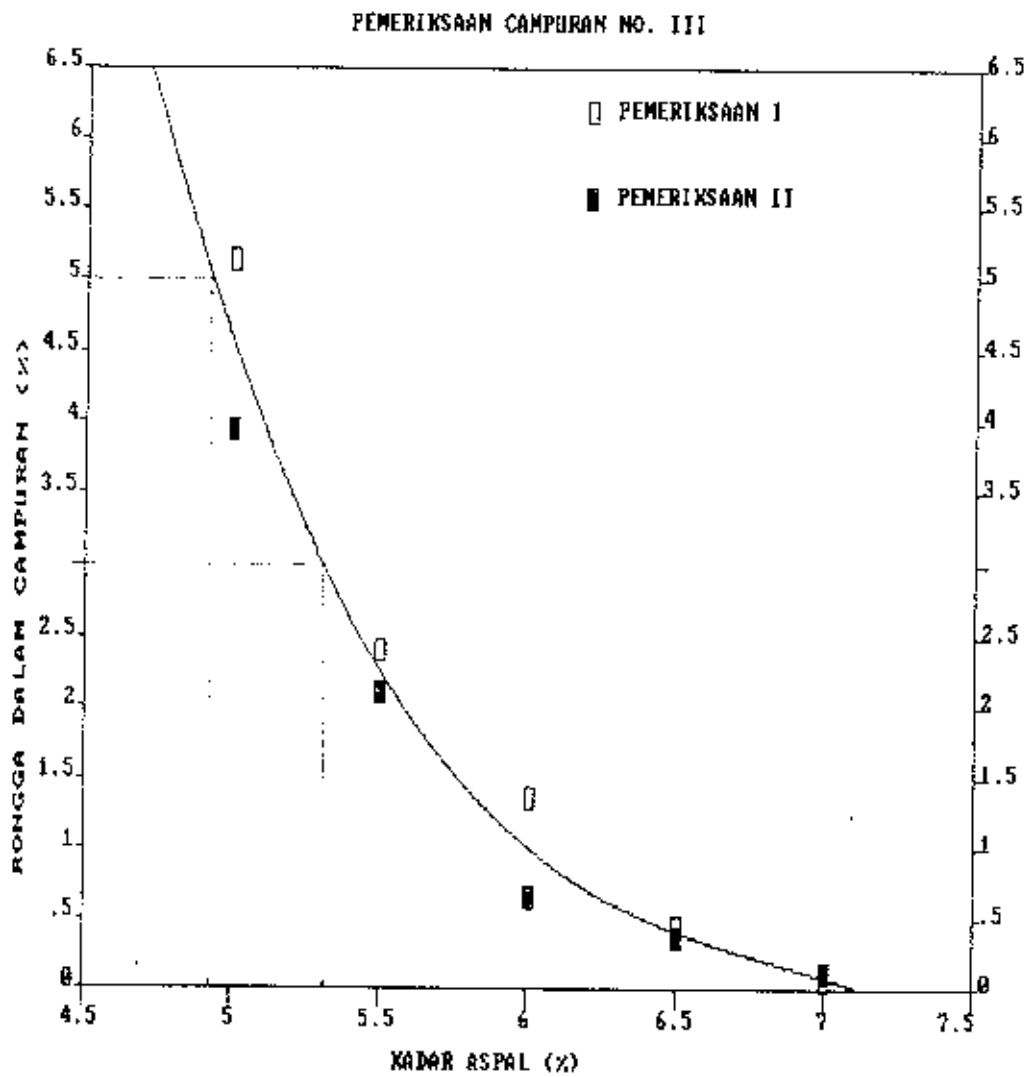
Gambar 5.32. Perbandingan Hasil Pemeriksaan Marshall
Campuran No. I dan Campuran No. I + Additive
(Kadar aspal vs Stabilitas)



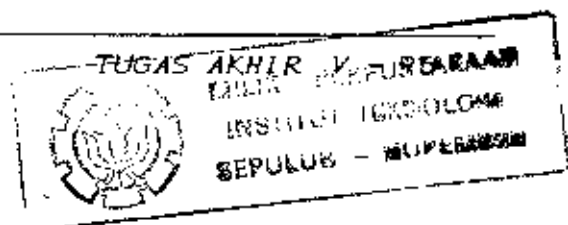
Gambar 5.33. Perbandingan Hasil Pemeriksaan Marshall
Campuran No. I dan Campuran No. I + Additive
(Kadar aspal vs Flow)



Gambar 5.34. Perbandingan Hasil Pemeriksaan Marshall Campuran No. I dan Campuran No. I + Additive (Kadar aspal vs Marshall Quotient)



Gambar 5.6. Grafik Hasil Pemeriksaan Marshall Campuran No. III (Kadar aspal vs Rongga dalam campuran)



BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. KESIMPULAN

Dari analisa hasil pemeriksaan agregat, aspal maupun campuran aspal beton ini dapat diambil beberapa kesimpulan, yaitu :

1. Secara teknis batu kapur dari Tuban ini dapat digunakan sebagai agregat campuran perkerasan aspal beton.
2. Ukuran gradasi campuran No. I dengan kondisi *poorly graded* (dilihat dari nilai koefisien gradasi (Cc)nya), atau dapat dikatakan bahwa campuran dengan gradasi kasar yang *poorly graded* (sesuai dengan ketentuan Direktorat Jenderal Bina Marga dalam "Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (LASTON) No. 13/PT/B/1983") untuk batu kapur Tuban adalah tidak dapat digunakan sebagai campuran aspal beton.
3. Batu kapur Tuban ini dapat memenuhi persyaratan sebagai agregat maupun filler campuran aspal beton apabila gradasi campuran yang digunakan adalah gradasi

rapat.

4. Bahan additive Chemcrete pada tes dengan campuran No. I (gradasi kasar) dapat mempengaruhi mutu campuran terutama dalam meningkatkan nilai stabilitas dan flownya. Sampai dengan penggunaan kadar Chemcrete 2 % dari berat aspal masih belum dapat membuat campuran No. I memenuhi persyaratan sebagai campuran aspal beton.

5.2. SARAN

1. Sebagai kelanjutan dari penelitian ini sebaiknya dilakukan studi kelayakan dari segi ekonomi dari pemakaian batu kapur Tuban sebagai agregat aspal beton pada kondisi optimumnya.
2. Sebaiknya dilakukan pengujian di lapangan untuk campuran perkerasan jalan yang menggunakan agregat dari batu kapur Tuban ini.
3. Sebaiknya dilakukan penelitian lebih lanjut pada campuran dengan bahan additive Chemcrete lebih dari 2% dan dengan variasi filler dari jenis batuan lain.

DAFTAR PUSTAKA

1. Asphalt Institut (1983), Asphalt Technologie Construction Practice; Educational Series No. 1.
2. AASHTO, "Standard Specifications for Transportation Material and Methods of Sampling and Testing" : Part II : Methods of Sampling, 13th edition, July 1982.
3. Direktorat Jenderal Bina Marga (1983), Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (Laston) No. 13/PT/B/1983; Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.
4. Direktorat Jenderal Bina Marga (1976), Manual Pemeriksaan Bahan Jalan No. 01/PD/B/1976; Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.
5. Husodo, Harry, Dwi dan Herwanto, Tony (1987), Penggunaan Batu Putih (Sedimentary Rock) Daerah Galis Sebagai Bahan HRS (Hot Rolled Sheet) Pada Proyek Peningkatan Jalan Kamal - Pamekasan; Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil FTSP ITS.
6. Kerb, Robert, D., and Walker, Richard, D. (1971), Highway Material; Mc Graw-Hill, Inc. New York.
7. Nochtar, Indrasurya, B., Kuliah Jalan Raya II; Jurusan Teknik Sipil FTSP ITS.
8. Soelaksono, H., Moch. (1991), Studi Penggunaan Bahan Additive Polyhilt, Chemcrete dan Arbocel Untuk Memepertinggi Mutu Campuran Perkerasan Jalan Dengan Bitumen Asmin; Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil FTSP ITS.
9. Sukirman, Silvia (1992), Perkerasan Lentur Jalan Raya; Penerbit Nova, Bandung.



LABORATORIUM PERHUBUNGAN DAN BAHAN KONSTRUKSI JALAN

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
(FATEKS - ITS)

KAMPUS ITS SUKOLILO, TELP. 596094, 597284 SURABAYA 60111

Pemeriksaan

BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AGREGAT KASAR
PB-0202-76

Contoh dari : Tuban
Jenis contoh : Batu Kapur (dua)

PENGUJIAN :

- Benda uji direndam selama : 24 jam
- Berat benda uji kering oven tertahan saringan no. 4 : 5000,3 gram (Bk)
- Berat benda uji kering permukaan jenuh : 5147,1 gram (Bj)
- Berat benda uji dalam air : 3004,5 gram (Ba)

PERHITUNGAN :

a. Berat Jenis (Bulk Specific Gravity) :

$$\frac{Bk}{Bj - Ba} = 2,33$$

b. Berat Jenis Kering Permukaan Jenuh
(Saturated Surface Dry) :

$$\frac{Bj}{Bj - Ba} = 2,40$$

c. Berat Jenis Semu (Apparent Specific Gravity) :

$$\frac{Bk}{Bk - Ba} = 2,51$$

PENYERAPAN :

$$\frac{Bj - Bk}{Bk} \times 100 \% = 2,94 \%$$

Surabaya, Agustus 1992

Diperiksa



LABORATORIUM PERHUBUNGAN

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

KAMPUS ITS SUKOLILO SURABAYA

LOS ANGELES ABRASION TEST

Contoh : Batu Kapur Tuban (satu)
 Proyek :
 Tempat :
 Diterima tanggal :
 Dipenka tanggal :

GRADING OF TEST SAMPLE : B

Sieve Size		Berat dalam gram (A)		Berat dalam gram (B)	
Passing	Retained on	a Sebelum	b Setelah	a Sebelum	b Setelah
3 in	2 1/2 in				
2 1/2 in	2 in				
2 in	1 1/2 in				
1 1/2 in	1 in				
1 in	3/4 in				
3/4 in	3/8 in	2500			
3/8 in	3/16 in	2500			
3/16 in	No. 4				
No. 4	No. 8				
	No. 12		3608,2		
Jumlah berat		5000	3608,2		

Banyaknya yang aus adalah :

A a = 5000 gram
 b = 3608,2 gram
 c = 1391,8 gram

$$\frac{c}{a} \times 100\% = \frac{1391,8}{5000} \times 100\% = 27,84\%$$

Banyaknya yang aus adalah :

B a = _____ gram
 b = _____ gram
 c = _____ gram

$$\frac{c}{a} \times 100\% = \frac{\quad}{\quad} \times 100\% = \quad\%$$

Mengetahui,

Kepala Laboratorium

Surabaya, tgl. September 1992

Diuji,

(.....)

(.....)



LABORATORIUM PERHUBUNGAN

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

KAMPUS ITS SUKOLILO SURABAYA

LOS ANGELES ABRASION TEST

Contoh : Batu Kapur Tuhon (dua)
 Proyek :
 Tempat :
 Diterima tanggal :
 Diperiksa tanggal :

GRADING OF TEST SAMPLE : B

Sieve Size		Berat dalam gram (A)		Berat dalam gram (B)	
Passing	Retained on	a Sebelum	b Setelah	a Sebelum	b Setelah
3 in	2 1/2 in				
2 1/2 in	2 in				
2 in	1 1/2 in				
1 1/2 in	1 in				
1 in	3/4 in				
3/4 in	1/2 in	2500			
1/2 in	3/8 in	2500			
3/8 in	1/4 in				
1/4 in	No. 4				
No. 4	No. 8				
	No. 12		3215,5		
Jumlah berat		5000	3215,5		

Banyaknya yang aus adalah :

A a = 5000 gram
 b = 3215,5 gram
 c = 1784,5 gram

$$\frac{c}{a} \times 100\% = \frac{1784,5}{5000} \times 100\% = 35,69\%$$

Banyaknya yang aus adalah :

B a = gram
 b = gram
 c = gram

$$\frac{c}{a} \times 100\% = \frac{\quad}{\quad} \times 100\% = \quad\%$$

Mengetahui,

Kepala Laboratorium

Surabaya, tgl September 19 92

Diuji,

(.....)

(.....)

LABORATORIUM PERHUBUNGAN
DAN BAHAN KONSTRUKSI JALAN

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
(FATEKS - ITS)

KAMPUS ITS SUKOLOLO, TELP. 596094, 597284 SURABAYA 60111

Pemeriksaan

INDEKS KEPIPIHAN

(BS 812 : 1967)

Contoh : I
Proyek :
Tempat :
Diterima tanggal :
Diperiksa tanggal :

TEST SAMPLE : BATU KAPUR TUBANI

Sieve Size		Berat dalam gram (A)		Berat dalam gram (B)	
Passing	Retained on	a Sebelum	b Sesudah	a Sebelum	b Sesudah
in	2 1/2 in				
1/2 in	2 in				
in	1 1/2 in				
1/4 in	1 in				
in	3/4 in				
in	3/8 in	250,7	208		
in	3/16 in	250,9	230,5		
Jumlah berat		501,6	438,5		

Indeks Kepipihan

A = 501,6 gram

B = 438,5 gram

C = 63,1 gram

$$\frac{C}{A} \times 100\% = \frac{63,1}{501,6} \times 100\% = 12,58\%$$

Surabaya, tgl. Agustus 19 92

Ditl,

()



LABORATORIUM PERHUBUNGAN
DAN BAHAN KONSTRUKSI JALAN

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
(FATUKS - ITS)

KAMPUS ITS SUKOLOLO, TELP. 596094, 597284 SURABAYA 60111

Pemeriksaan

INDEKS KEPIPIHAN

(BS 812 : 1967)

Contoh : II
Proyek :
Jenis :
Dibuat tanggal :
Diperiksa tanggal :

TEST SAMPLE : BATU KAPUR TUBAN

Sieve Size		Berat dalam gram (A)		Berat dalam gram (B)	
Passing	Retained on	a Sebelum	b Setelah	A Sebelum	B Setelah
1 1/2 in	2 in				
2 in	1 1/2 in				
1 1/2 in	1 in				
1 in	3/4 in				
3/4 in	3/8 in	250	228,8		
3/8 in	3/16 in	250	187,1		
Jumlah berat		500	412,9		

Indeks Kepipihan :

A = 500 gram
B = 412,9 gram
C = 87,1 gram

$$\frac{C}{A} \times 100\% = \frac{87,1}{500} \times 100\% = 17,42\%$$

Surabaya, tgl Agustus 1992
Orisi,



REKAM PERPUSTAKAAN
INSTITUT TEKNOLOGI
SEPULUH NOPEMBER



LABORATORIUM PERHUBUNGAN DAN BAHAN KONSTRUKSI JALAN

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
(FATEKS - ITS)

KAMPUS ITS SUKOLOLO, TELP. 596094, 597284 SURABAYA 60111

PEMERIKSAAN

KELEKATAN AGREGAT TERHADAP ASPAL

(PB-0205-76)

Contoh dari : Tuban

Jenis contoh : Batu kapur

Benda Uji : - 100 gram agregat lolos # 3/8" tertahan #1/4"
- Aspal keras Pen 60/70
- Waktu perendaman 18 jam

Hasil uji : - Luas permukaan benda uji yang terselimuti aspal >95 %
(benda uji I)
- Luas permukaan benda uji yang terselimuti aspal >95 %
(benda uji II)

Persyaratan : - Luas permukaan benda uji yang terselimuti aspal min 95 %

Kesimpulan : - Agregat yang diuji memenuhi syarat

Surabaya, Agustus 1992

Diperiksa



LABORATORIUM PERHUBUNGAN DAN BAHAN KONSTRUKSI JALAN

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
(FATEKS - ITS)

KAMPUS ITS SUKOLILO, TELP. 596094, 597284 SURABAYA 60111

Pemeriksaan

KEBERSIHAN AGREGAT KASAR

"Clay Lumps and Friable Particles in Agregate test"
(AASHTO T 112-74)

Prt. no :
Contoh dari : Tuban
Jenis contoh : Batu Kapur

Sampel no.	Berat sebelum diuji(gr)	Berat sesudah diuji (gr)	Kadar (%) lempung
1	2000,3	1994,7	0,28
2	2000,1	1994,9	0,26
Rata-rata			0,27

Catatan :

$$\text{Gumpalan Lempung (P)} = \frac{W - R}{R} \times 100 \%$$

W = Berat benda sebelum diuji (agregat lolos # 3/4" tertahan # 3/8")

R = Berat setelah pengujian (setelah perendaman) yang tertahan saringan no. 8

Waktu perendaman 24 jam.

Surabaya, Nopember 1992
Diperiksa



JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
KAMPUS ITS SUKOLILO, TELP. 596094, 597284 SURABAYA 60111

Pemeriksaan
BAGIAN YANG LUNAK AGREGAT KASAR
(AASHTO T 150-74)

Prt. no :
Contoh dari : Tuban
Jenis contoh : Batu Kapur

Saringan (mm)	Berat sebelum diuji (gr)	Berat akibat diuji		% Agregat yg lunak
		Agregat Keras (gr)	Agregat Lunak (gr)	
19,1 - 12,7 (3/4" - 1/2")	2000	1975	25	1,265
12,7 - 9,5 (1/2" - 3/8")	1700	1681	19	1,130
	3700	3656	44	1,198 %

Surabaya, Desember 1992
Diperiksa



LABORATORIUM PERHUBUNGAN DAN BAHAN KONSTRUKSI JALAN

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
(FATEKS - ITS)

KAMPUS ITS SUKOLILO, TELP. 596094, 597284 SURABAYA 60111

PEMERIKSAAN
KEBERSIHAN AGREGAT HALUS
"SAND EQUIVALENT TEST"
(ASHTO T - 176)

Prt. no :
Contoh dari : Tuban
Jenis contoh : Batu Kapur

Sampel no.	Pembacaan Skala Lumpur	Pembacaan Skala Pasir	Nilai Sand Equivalent (%)
1	7,15	16,5 - 10 = 6,5	90,9
2	7,10	16,79 - 10 = 6,79	95,63
Rata-rata			93,265

Catatan :

$$\text{Sand Equivalent} = \frac{\text{skala pasir}}{\text{skala lumpur}} \times 100 \%$$

Surabaya, September 1992

Diperiksa





LABORATORIUM PERHUBUNGAN DAN BAHAN KONSTRUKSI JALAN

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
(FATEKS - ITS)

KAMPUS ITS SUKOLILO, TELP. 596094, 597284 SURABAYA 60111

Pemeriksaan

BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AGREGAT HALUS
PB-0203-76

Contoh dari : Tuban
Jenis contoh : Batu Kapur (satu)

PENGUJIAN :

- Benda uji direndam selama : 24 jam
- Berat benda uji kering permukaan jenuh (SSD) : 500 gram
- Berat picnometer + Benda uji SSD + air (25°C) (Bt) : 929,8 gram
- Berat picnometer diisi air (25°C) (B) : 627,7 gram
- Berat benda uji kering oven (Bk) : 480 gram

PERHITUNGAN :

a. Berat Jenis (Bulk Specific Gravity) :

$$\frac{Bk}{(B + 500 - Bt)} = 2,43$$

b. Berat Jenis Permukaan Jenuh (Saturated Surface Dry) :

$$\frac{500}{(B + 500 - Bt)} = 2,53$$

c. Berat Jenis Semu (Apparent Specific Gravity) :

$$\frac{Bk}{(B + Bk - Bt)} = 2,698$$

PENYERAPAN :

$$\frac{(500 - Bk)}{Bk} \times 100 \% = 4,167 \%$$

Surabaya, Agustus 1992

Diperiksa



LABORATORIUM PERHUBUNGAN DAN BAHAN KONSTRUKSI JALAN

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
(FATEKS - ITS)

KAMPUS ITS SUKOLILO, TELP. 596094, 597284 SURABAYA 60111

Pemeriksaan

BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AGREGAT HALUS
PB-0203-76

Contoh dari : Tuban
Jenis contoh : Batu Kapur (dua)

PENGUJIAN :

- Benda uji direndam selama	:	24	jam
- Berat benda uji kering permukaan jenuh (SSD)	:	500	gram
- Berat picnometer + Benda uji SSD + air (25°C)	(Bt) :	930	gram
- Berat picnometer diisi air (25°C)	(B)	: 627,5	gram
- Berat benda uji kering oven	(Bk)	: 482	gram

PERHITUNGAN :

a. Berat Jenis (Bulk Specific Gravity) :

$$\frac{Bk}{(B + 500 - Bt)} = 2,44$$

b. Berat Jenis Permukaan Jenuh (Saturated Surface Dry) :

$$\frac{500}{(B + 500 - Bt)} = 2,53$$

c. Berat Jenis Semu (Apparent Specific Gravity) :

$$\frac{Bk}{(B + Bk - Bt)} = 2,685$$

PENYERAPAN :

$$\frac{(500 - Bk)}{Bk} \times 100 \% = 3,734 \%$$

Surabaya, Agustus 1992

Diperiksa



LABORATORIUM PERHUBUNGAN
DAN BAHAN KONSTRUKSI JALAN

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
(FATEKS - ITS)

KAMPUS ITS SUKOLILO, TELP. 596094, 597284 SURABAYA 60111

Laporan no :
Dipesan oleh :
Code aspal : Aspal Pen 60/70 (sebelum kehilangan berat)
Diterima :
Dikerjakan :
Proyek :

PENETRASI ASPAL

(PA - 0301-76)

(AASHTO M - 20)

Penetrasi pada: 25°C, 100 gr ; 5 detik ; 0,1 mm.

Pengujian Nomor	Contoh Uji		Keterangan
	I	II	
1.	67	65	
2.	65	66	
3.	64	69	
4.	65	67	
5.	66	65	
6.	67	64	
Penetrasi rata-rata = 66 (0,1 mm)			

Surabaya, September, 1992

di Uji.



LABORATORIUM PERHUBUNGAN
DAIRY KAHAN KONSTRUKSI JALAN

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
(FATEKS - ITS)

KAMPUS ITS SUKOLILO, TELP 596094, 597284 SURABAYA 60111

Laporan no :
Dipesan oleh :
Code aspal : Aspal Pen 60/70 (sesudah kehilangan berat)
Diterima :
Dikerjakan :
Proyek :

PENETRASI ASPAL

(PA - 0301-76)

(AASHTO M - 20)

Penetrasi pada: 25°C , 100 gr ; 5 detik ; 0,1 mm.

Pengujian Nomor	Contoh Uji		Keterangan
	I	II	
1.	53	52	
2.	56	52	
3.	55	54	
4.	56	53	
5.	57	54	
6.	53	53	
Penetrasi rata-rata = 54 (0,1 mm)			

Surabaya, Januari 1995

Di Uji,



DAN BAHAN KONSTRUKSI JALAN

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
(FATEKS - ITS)

KAMPUS ITS SUKOLILO, TELP. 596094, 597284 SURABAYA 60111

Laporan no :
Dipesan oleh :
Code aspal/ler : Aspal Pen 60/70
Diterima :
Dikerjakan :

PEMERIKSAAN TITIK LEMBOK (R & B)

PA - 0302 - 76

No	Suhu yang di- ukur (°C)	Waktu (detik)		Titik lentuk (°C)		Titik lentuk
		a	b	c	d	
1	5	0	0			Rata \bar{x} = 51,5 °C
2	10	60	60			
3	15	120	120			
4	20	180	180			
5	25	240	240			
6	30	300	300			
7	35	360	360			
8	40	420	420			
9	45	480	480			
10	50	545	544	51	52	
11	55					

Mengetahui,

Surabaya, ... Oktober 1992 ..

Diperiksa,



BIK PERPUSTAKAAN
INSTITUT TEKNOLOGI
SEPULUH - NOPEMBER



DAN BAHAN KONSTRUKSI JALAN

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
(FATEKS - ITS)

KAMPUS ITS SUMOLILO, TELP. 596094, 597284 SURABAYA 60111

Laporan no :
Orpesan oleh :
Code aspal/ter : Aspal Pen 60/70
Diterima :
Dikerjakan :

PEMERIKSAAN

TITIK NYALA & TITIK BAKAR DENGAN CLEVELAND OPEN CUP (PA-0303-76)

PENGAMATAN

CONTOH NO. 1 TITIK NYALA PERKIRAAN: 351 °C.

°C dibawah Titik nyala	Waktu/ menit	Temperature °C	Titik nyala bakar
58	1	295	335 °C
51	2	300	
48	3	305	
41	4	310	
36	5	315	
31	6	320	
26	7	325	
21	8	330	
16	9	335	
11	10	340	
6	11	345	
1	12	350	350 °C

Surabaya, Oktober 1992

Mengetahui,

Diperiksa,



LABORATORIUM PERHUBUNGAN
DAN BAHAN KONSTRUKSI JALAN

DIRUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
(FATEKS - ITS)

KAMPUS ITS SOKOLILLO, TELP. 596094, 597284 SURABAYA 60111

Laporan no :
Dipesan oleh :
Cada Aspal : Aspal Pen 60/70
Diterima :
Dikerjakan :
Proyek :

Pemeriksaan
KEHILANGAN BERAT

(ARSHTD M-20)
(PA.0304-76)

Pemeriksaan pada : 163°C ; 3 jam

Pengujian	Kehilangan Berat		Keterangan
	Contoh I (gr)	Contoh II (gr)	
Berat cawan + Contoh	58,5	59,4	
Berat Contoh Aspal	50,1	50,2	
Berat Cawan	8,4	9,2	
Berat sebelum pe - ngujian	58,5	59,4	
Berat setelah pe - ngujian	58,29	59,2	
Kehilangan Berat (%)	0,36 %	0,34 %	
Kehilangan Berat Rata - rata = 0,35 %			

Surabaya, Januari 1993

Di Uji,



LABORATORIUM PERHUBUNGAN
DAN KONSTRUKSI JALAN

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
(FATEKS - ITS)

KAMPUS ITS SUKOLOLO, TELP. 596094, 597284 SURABAYA 60111

Laporan no :
Dipemakan oleh :
Evaluasi Aspal : Aspal Pen 60/70
Diterima tgl :
Dikerjakan :
Proyek :

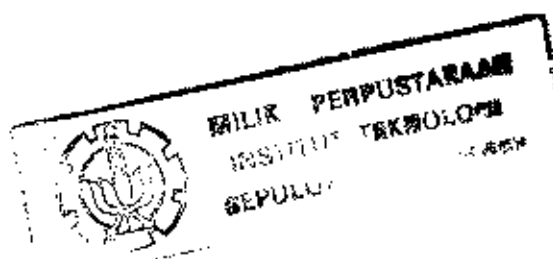
Pemeriksaan
KELARUTAN ASPAL DALAM CCL4

(AASHTO M-20)
(PA-0305 - 76)

Pengujian	Contoh Uji		Keterangan
	Contoh I	Contoh II	
Berat Eluwayer + Aspal	126,24	125,81	
Berat Eluwayer kosong	123,73	123,53	
Berat Contoh Aspal	2,51	2,28	
Berat werabut waring + Endapan	8,108	7,950	
Berat werabut waring	8,098	7,936	
Berat Endapan	0,010	0,014	
Kelarutan Aspal Dalam CCL4 = 99,50 %			

Surabaya, Januari 1993

Di Uji,





LABORATORIUM PERHUBUNGAN
DAN BAHAN KONSTRUKSI JALAN

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
(FATEKS - ITS)

KAMPUS ITS SUCOLILO, TELP. 596094, 597284 SURABAYA 60111

Laporan no :
Dipesan oleh :
Code Aspal : Aspal Pen 60/70
Uji/rujukan :
Ditanyakan :
Proyek :

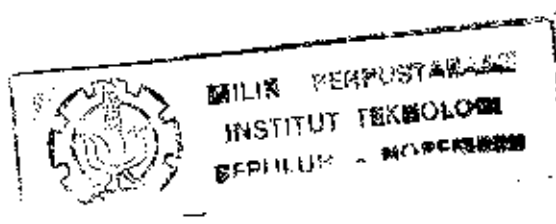
PEMERIKSAAN
DAKTILITAS ASPAL
(PA - 0306 - 76)

Pemeriksaan Daktilitas : 25°C ; 5 cm/menit.

Penggunaan Benda Uji	Pembacaan Pengukur pada Alat (cm)	Keterangan
I	131	
II	135	
Daktilitas Rata - rata = 133 cm.		

Surabaya, September 1992

Di





JURUSAN TEKNIK SIPIL
DAN BAHAN KONSTRUKSI JALAN

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
(FATEKS - ITS)

KAMPUS ITS SUKOLILO, TELP. 596094, 597264 SURABAYA 60111

Laporan no : J
Dipesan oleh :
Code Aspal : Aspal Pen 60/70
Diterima tgl :
Dikerjakan :
Proyek :

Pemeriksaan
BERAT JENIS ASPAL KERAS
(PA-0307-76)

Berat Picnometer + Air	=	118,675	gr
Berat Picnometer Kosong	=	74,465	gr
Berat Air/Isl Picnometer	=	44,210	gr
Berat Picnometer + Contoh	=	117,988	gr
Berat Picnometer	=	74,465	gr
Berat Contoh	=	43,513	gr
Berat Picnometer + Air + Contoh	=	120,122	gr
Berat Picnometer + Contoh	=	117,988	gr
Berat Air	=	2,134	gr
Isl contoh	=	42,076	gr
BERAT JENIS	=	1,034	gr/cc

Keterangan :

Surabaya, Nopember 1992

Di Uji,



LABORATORIUM PERHUBUNGAN
DAN BAHAN KONSTRUKSI JALAN

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
(FATEKS - ITS)

KAMPUS ITS SUKOLOLO, TELP. 596094, 597284 SURABAYA 60111

Laporan no : II
Dipreparasi oleh :
Code Aspal : Aspal Per 60/70
Diterima tgl :
Dikerjakan :
Proyek :

Pemeriksaan
BERAT JENIS ASPAL KERAS
(PA-0307-76)

Berat Pycnometer + Air	=	120,002	gr
Berat Pycnometer Kosong	=	76,523	gr
Berat Air/Isi Pycnometer	=	43,479	gr
Berat Pycnometer + Contoh	=	119,123	gr
Berat Pycnometer	=	76,523	gr
Berat Contoh	=	42,600	gr
Berat Pycnometer + Air + Contoh	=	121,564	gr
Berat Pycnometer + Contoh	=	119,123	gr
Berat Air	=	2,441	gr
Isi Contoh	=	41,038	gr
BERAT JENIS	=	1,038	gr/cc

Keterangan :

Surabaya, Nopember 1992

DI UJI,

Pemeriksaan I																		
No	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r
1	4,5	1197,5	1254,7	835,0	555,79	2,15	2,31	9,36	83,76	6,89	16,24	57,63	6,71	225	2399,50	881,25	3,90	2,22
2	5,0	1201,5	1246,0	832,0	565,22	2,13	2,30	10,26	82,19	7,55	17,61	57,61	7,54	206	2261,96	1198,50	4,60	2,55
3	5,5	1200,6	1267,9	832,8	562,29	2,14	2,29	11,94	82,19	6,53	17,87	69,44	6,55	260	2771,60	1049,47	5,60	1,69
4	6,0	1195,8	1246,6	838,0	551,71	2,17	2,27	12,55	82,91	6,54	17,69	79,49	6,53	274	2920,84	1099,69	5,90	1,89
5	6,5	1199,0	1263,8	837,8	549,69	2,16	2,26	13,59	82,34	6,09	17,66	76,85	6,09	258	2750,28	1072,97	6,20	1,79

Pemeriksaan II																		
No	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r
1	4,5	1198,7	1252,6	832,0	558,71	2,14	2,31	9,18	83,08	7,82	16,91	54,93	7,45	255	2718,30	1069,40	3,40	3,06
2	5,0	1206,3	1258,5	834,5	568,21	2,12	2,30	10,23	81,84	7,83	16,08	56,84	7,82	318	3389,88	1323,36	4,10	3,18
3	5,5	1204,8	1257,3	837,5	566,07	2,15	2,29	11,43	82,63	5,74	17,17	68,57	5,75	287	3185,02	1176,13	4,40	1,85
4	6,0	1204,3	1262,7	833,5	560,86	2,14	2,27	12,40	81,73	5,87	18,07	68,82	5,88	285	3144,70	1225,73	4,50	2,87
5	6,5	1195,8	1258,4	833,0	560,40	2,16	2,27	13,86	82,28	3,36	17,04	60,27	3,88	255	2718,30	1067,30	5,80	1,85

KETERANGAN :

a = kadar aspal (%)

b = berat di udara (gram)

c = berat benda uji dengan lapisan parafin (gram)

d = berat dalam air (gram)

e = volume = $\frac{c - d}{G_p}$ (cc)

f = density bulk = $\frac{b}{e}$ (gr/cc)

g = density maksimum teoritis

$$g = \frac{100}{\frac{\% \text{ agregat}}{G_s \text{ agregat}} + \frac{\% \text{ aspal}}{G_s \text{ aspal}}}$$

h = % total volume aspal = $\frac{a \times f}{G_s \text{ Aspal}}$

i = % total volume agregat = $\frac{(100 - a) \times f}{G_s \text{ Agregat}}$

j = % total volume rongga = $100 - h - i$

k = % rongga dalam agregat = $100 - i$

l = % rongga terisi aspal = $\frac{h}{k} \times 100$

m = total rongga dalam campuran = $100 - \frac{100 \times f}{g}$

n = stabilitas/proving ring

o = stabilitas setelah dikoreksi dengan proving ring (lbs)

dimana kalibrasi proving ring = $10,66 = (n \times 10,66)$

p = stabilitas setelah dikoreksi terhadap volume (kg)

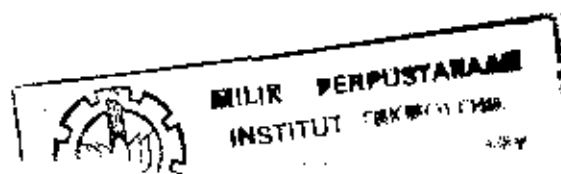
q = flow (mm)

r = Marshall Quotient = $\frac{p}{102 \times q}$ (kN/mm)

Gs Agregat = 2,457

Gs Aspal = 1,036

Gs Parafin (Gp) = 0,9



Pemeriksaan Campuran Aspal dengan Metode Marshall (Campuran No. III)

Pemeriksaan I																		
No	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r
1	5.0	1192.2	1203.9	655.0	548.90	2.38	2.30	10.53	84.93	5.14	15.87	67.10	5.13	408	4249.28	1588.64	3.30	5.04
2	5.5	1193.4	1205.9	668.0	537.90	2.28	2.29	11.84	85.76	2.40	14.24	84.13	2.40	533	5681.76	2396.85	3.12	2.53
3	6.0	1200.0	1206.1	670.0	536.10	2.24	2.27	12.97	85.68	1.95	14.32	90.57	1.34	429	4573.14	1846.19	3.15	5.75
4	6.5	1199.8	1205.2	671.0	534.20	2.25	2.26	14.09	85.47	0.44	14.58	85.98	0.44	460	4903.60	2058.57	4.78	4.95
5	7.0	1198.7	1204.0	669.0	535.00	2.24	2.24	15.14	84.81	0.05	15.19	90.65	0.06	310	3304.60	1394.04	4.90	2.79
Pemeriksaan II																		
1	5.0	1200.6	1210.8	667.0	543.50	2.21	2.30	10.66	85.41	3.93	14.59	73.08	3.91	401	4224.65	1725.70	3.05	5.55
2	5.5	1197.3	1202.3	667.0	535.30	2.24	2.23	11.87	85.03	2.19	13.97	84.98	2.11	557	5937.62	2397.04	3.85	6.44
3	6.0	1200.3	1202.7	670.5	532.20	2.26	2.27	13.06	86.20	0.65	13.71	85.24	0.65	442	4711.72	1987.63	3.18	5.13
4	6.5	1199.5	1205.7	672.0	533.70	2.25	2.26	14.10	85.53	0.37	14.42	97.44	0.38	402	4285.82	1807.75	3.30	5.37
5	7.0	1198.0	1203.0	668.0	535.00	2.24	2.24	15.13	84.76	0.11	15.24	99.27	0.12	353	3762.98	1587.41	5.10	3.05

KETERANGAN :

a = kadar aspal (%)

b = berat di udara (gram)

c = berat dalam kondisi SSD (gram)

d = berat dalam air (gram)

e = volume = $c - d$ (cc)

f = density bulk = b/e (gr/cc)

g = density maksimum teoritis

100

% agregat

% aspal

Gs. agregat + Gs. aspal

h = % total volume aspal = $\frac{a \times f}{Gs. Aspal}$

Gs. Aspal

i = % total volume agregat = $\frac{(100 - a) \times f}{Gs. Agregat}$

Gs. Agregat

j = % total volume rongga = $100 - h - i$

k = % rongga dalam agregat = $100 - i$

l = % rongga terisi aspal = $(h/k) \times 100$

m = total rongga dalam campuran = $100 - \frac{100 \times f}{g}$

g

n = stabilitas/proving ring

o = stabilitas setelah dikoreksi dengan proving ring (lbs)

dimana kalibrasi proving ring = $10.65 = (n \times 10.86)$

p = stabilitas setelah dikoreksi terhadap volume (kg)

q = flow (mm)

r = Marshall Quotient = $\frac{p}{102 \times q}$ (kN/mm)

102 x q

Gs Agregat = 2.457

Gs Aspal = 1.036

Pemeriksaan Campuran Aspal dengan Metode Marshall (Campuran No.IX)

Pemeriksaan I																		
No	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r
1	5.0	1199.8	1211.9	646.0	565.90	2.12	2.30	10.29	81.98	7.79	18.82	56.77	7.78	554	5905.64	2383.77	3.88	6.14
2	5.5	1198.5	1210.6	667.5	543.10	2.21	2.28	11.72	84.68	3.40	15.12	77.51	8.42	658	2014.28	2956.95	3.72	7.78
3	6.0	1194.2	1199.8	651.0	548.90	2.18	2.27	12.60	83.24	4.16	16.78	75.96	4.16	640	8822.40	2754.23	3.48	7.94
4	6.5	1199.5	1202.0	663.8	539.00	2.23	2.26	13.96	84.69	1.35	15.31	91.98	1.36	521	5559.86	2342.88	5.11	4.50
5	7.0	1198.7	1210.5	670.8	540.50	2.22	2.24	15.00	84.04	0.99	15.98	99.82	1.00	452	4838.32	2032.68	4.65	4.29
Pemeriksaan II																		
1	5.0	1199.8	1210.7	651.0	559.70	2.14	2.30	10.34	82.85	6.81	17.15	60.30	6.80	570	6976.20	2452.99	3.20	7.52
2	5.5	1198.0	1201.4	658.0	551.40	2.17	2.29	11.54	83.83	4.82	16.37	75.53	4.84	702	7483.32	3021.05	2.88	10.28
3	6.0	1200.3	1203.7	652.5	541.30	2.22	2.27	12.84	84.85	2.30	15.15	84.79	2.30	608	6481.28	2734.12	3.61	7.43
4	6.5	1200.3	1205.8	658.0	545.90	2.20	2.26	13.81	82.76	2.42	16.24	85.06	2.43	494	5359.44	2476.50	5.28	4.10
5	7.0	1196.2	1199.4	663.0	535.40	2.23	2.24	15.07	84.41	0.52	15.59	95.65	0.53	460	4903.60	2658.57	4.07	4.38

KETERANGAN :

a = kadar aspal (%)

b = berat di udara (gram)

c = berat dalam kondisi SSD (gram)

d = berat dalam air (gram)

e = volume = $c \cdot d$ (cc)

f = density bulk = b/e (gr/cc)

g = density maksimum teoritis

$$g = \frac{100}{\frac{\% \text{ agregat}}{Gs. \text{ agregat}} + \frac{\% \text{ aspal}}{Gs. \text{ aspal}}}$$

$$h = \% \text{ total volume aspal} = \frac{a \times f}{Gs. \text{ Aspal}}$$

$$i = \% \text{ total volume agregat} = \frac{(100 - a) \times f}{Gs. \text{ Agregat}}$$

$$j = \% \text{ total volume rongga} = 100 - h - i$$

$$k = \% \text{ rongga dalam agregat} = 100 - i$$

$$l = \% \text{ rongga terisi aspal} = (h/k) \times 100$$

$$m = \text{total rongga dalam campuran} = 100 \cdot \frac{100 \times f}{g}$$

n = stabilitas/proving ring

o = stabilitas setelah dikoreksi dengan proving ring (lbs)

$$\text{dimana kalibrasi proving ring} = 10.66 \cdot (n \times 10.66)$$

p = stabilitas setelah dikoreksi terhadap volume (kg)

q = flow (mm)

$$r = \text{Marshall Quotient} = \frac{p}{102 \times q} \quad (\text{kN/mm})$$

Gs Agregat = 2.457

Gs Aspal = 1.036

Pemeriksaan Campuran Aspal dengan Metode Marshall (Campuran No. 1 dengan Additive Chemcrete)

Pemeriksaan I

No	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r
1	4.5	1193.5	1294.8	628.0	562.91	2.12	2.31	9.21	82.41	8.98	12.59	52.95	6.37	431	4274.88	1667.53	2.56	4.59
2	5.0	1195.0	1295.2	631.0	557.31	2.14	2.30	10.35	82.91	6.74	17.09	50.54	6.79	489	4999.54	1950.30	3.75	5.16
3	5.5	1196.1	1299.2	624.0	555.09	2.15	2.29	11.44	82.88	5.68	17.12	68.61	5.70	460	4902.50	1979.80	5.00	3.88
4	6.0	1199.8	1245.5	640.0	554.72	2.18	2.27	12.53	82.75	4.73	17.25	72.61	4.72	422	4498.52	1816.02	5.35	3.33
5	6.5	1198.8	1294.0	644.0	560.87	2.18	2.26	13.65	82.83	3.51	17.17	79.54	3.52	398	4242.88	1732.70	6.95	2.42

Pemeriksaan II

1	4.5	1195.5	1252.0	630.0	559.22	2.14	2.31	9.29	82.09	7.62	16.11	54.92	7.61	401	4274.66	1725.70	3.85	4.64
2	5.0	1195.5	1259.5	635.0	553.50	2.15	2.30	10.43	82.52	5.05	16.48	53.25	6.04	512	5457.92	2209.98	8.15	6.86
3	5.5	1209.1	1268.8	609.0	569.02	2.14	2.29	11.34	82.19	6.47	17.91	63.89	6.48	493	5255.39	2050.10	5.79	3.51
4	6.0	1202.0	1261.4	642.0	553.40	2.17	2.27	12.59	83.10	4.32	16.90	74.42	4.32	427	4551.82	1937.59	5.90	3.28
5	6.5	1199.8	1298.5	646.0	549.50	2.18	2.25	13.20	83.89	3.21	16.31	81.61	3.22	406	4348.28	1755.92	6.83	2.52

KETERANGAN :

a = kadar aspal (%)

b = berat di udara (gram)

c = berat benda uji dengan lapisan parafin (gram)

d = berat dalam air (gram)

e = volume = $c - d$ (cc)

f = density bulk = b/e (gr/cc)

g = density maksimum teoritis

100	
% agregat	% aspal
Gs. agregat	+ Gs. aspal

h = % total volume aspal = $a \times f$

Gs Aspal

i = % total volume agregat = $\frac{(100 - a) \times f}{Gs Agregat}$

Gs Agregat

j = % total volume rongga = $100 - h - i$

k = % rongga dalam agregat = $100 - i$

l = % rongga terisi aspal = $\frac{(h/k) \times 100}{100}$

m = total rongga dalam campuran = $100 - \frac{100 \times f}{g}$

n = stabilitas/proving ring

o = stabilitas setelah dikoreksi dengan proving ring (lbs)

dimana kalibrasi proving ring = $10.66 \times (n \times 10.66)$

p = stabilitas setelah dikoreksi terhadap volume (kg)

q = flow (mm)

r = Marshall Quotient = $\frac{p}{102 \times q}$ (kN/mm)

Gs Agregat = 2.457

Gs Aspal = 1.036

Gs Parafin (Gs) = 0.9

